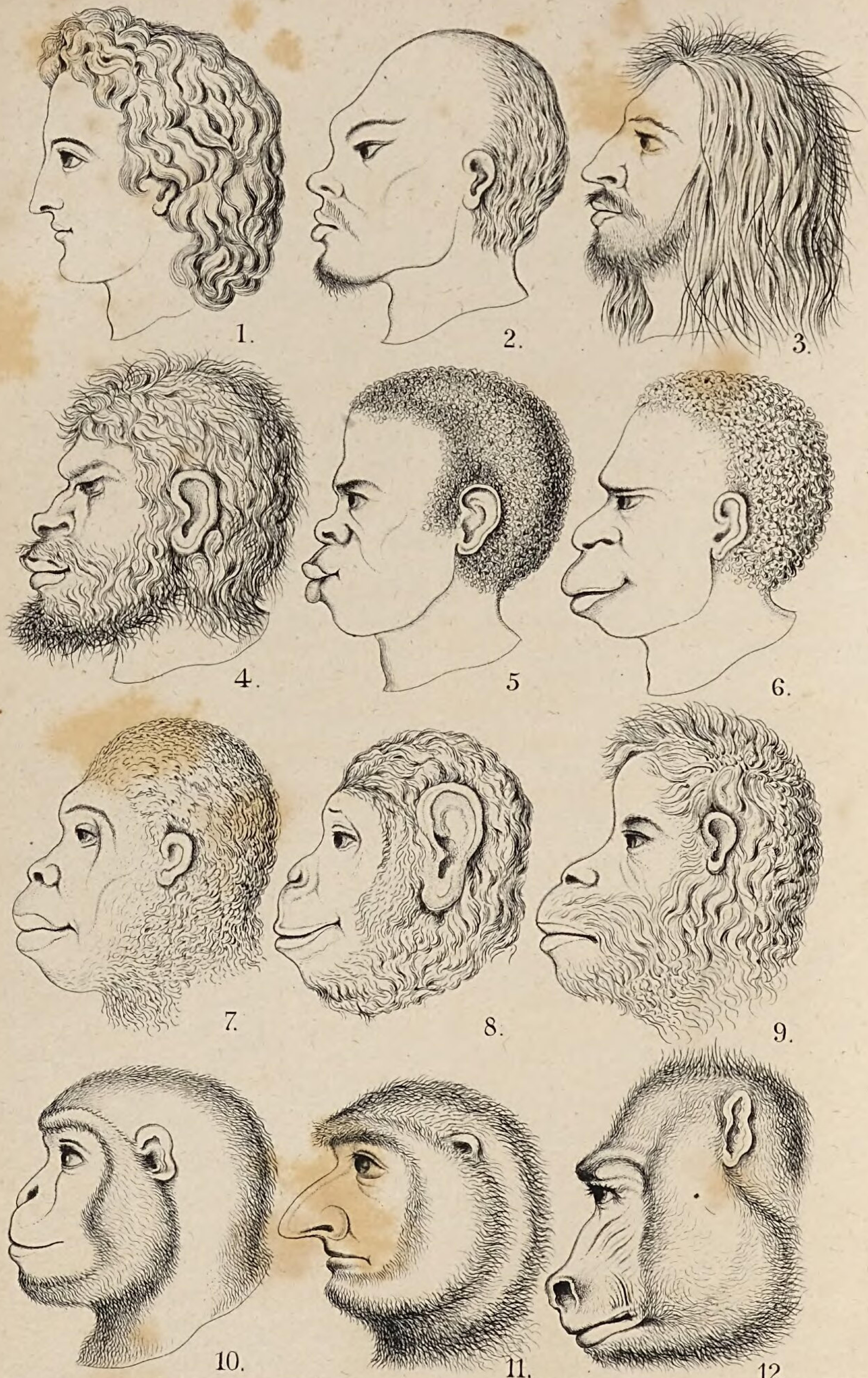


Die Familiengruppe der Katarrhinen (siehe Seite 555).

Natürliche
Schöpfungsgeschichte.

Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge
über die
Entwickelungslehre
im Allgemeinen und diejenige von
Darwin, Goethe und Lamarck
im Besonderen, über die Anwendung derselben auf den
Ursprung des Menschen
und andere damit zusammenhängende
Grundfragen der Naturwissenschaft.

Von

Dr. Ernst Haeckel,
Professor an der Universität Jena.

Mit Tafeln, Holzschnitten, systematischen und genealogischen Tabellen.

Berlin, 1868.
Verlag von Georg Reimer.

„Nach ewigen ehernen
„Großen Gesetzen
„Müssen wir Alle
„Unseres Daseins
„Kreise vollenden!"

Goethe.

Vorwort.

Die vorliegenden freien Vorträge über „natürliche Schöpfungsgeschichte" sind im Wintersemester 18$\frac{67}{68}$ vor einem aus Laien und Studirenden aller Facultäten zusammengesetzten Publikum hier von mir gehalten, und von zweien meiner Zuhörer, den Studirenden Hörnlein und Römheld, stenographirt worden. Abgesehen von den redactionellen Veränderungen des stenographischen Manuscripts, habe ich an mehreren Stellen Erörterungen weggelassen, welche für meinen engeren Zuhörerkreis von besonderem Interesse waren, und dagegen an anderen Stellen Erläuterungen eingefügt, welche mir für den weiteren Leserkreis erforderlich schienen. Die Abkürzungen betreffen besonders die erste Hälfte, die Zusätze dagegen die zweite Hälfte der Vorträge. Der XV., XVI., XVII. und XVIII. Vortrag, welche ursprünglich zusammen nur zwei Vorträge bildeten, sind gänzlich umgearbeitet und bedeutend erweitert worden.

Die „natürliche Schöpfungsgeschichte", oder richtiger ausgedrückt: Die „natürliche Entwickelungslehre", deren selbstständige Förderung und weitere Verbreitung den Zweck dieser Vorträge bildet, ist seit nun bald zehn Jahren durch die große Geistesthat von *Charles Darwin* in ein neues Stadium ihrer Entwickelung getreten. Was frühere Anhänger derselben nur unbestimmt andeuteten oder ohne Erfolg aussprachen, was schon *Wolfgang Goethe* mit dem propheti-

schen Genius des Dichters, weit seiner Zeit vorauseilend, ahnte, was Jean Lamarck bereits, unverstanden von seinen befangenen Zeitgenossen, zu einer klaren wissenschaftlichen Theorie formte, das ist durch das epochemachende Werk von Charles Darwin unveräußerliches Erbgut der menschlichen Erkenntniß und die erste Grundlage geworden, auf der alle wahre Wissenschaft in Zukunft weiter bauen wird. „Entwickelung" heißt von jetzt an das Zauberwort, durch das wir alle uns umgebenden Räthsel lösen, oder wenigstens auf den Weg ihrer Lösung gelangen können. Aber wie Wenige haben dieses Losungswort wirklich verstanden, und wie Wenigen ist seine weltumgestaltende Bedeutung klar geworden! Befangen in der mythischen Tradition von Jahrtausenden, und geblendet durch den falschen Glanz mächtiger Autoritäten, haben selbst hervorragende Männer der Wissenschaft in dem Siege der Entwickelungstheorie nicht den größten Fortschritt, sondern einen gefährlichen Rückschritt der Naturwissenschaft erblickt, und namentlich den biologischen Theil derselben, die Abstammungslehre oder Descendenztheorie, unrichtiger beurtheilt, als der gesunde Menschenverstand des gebildeten Laien.

Diese Wahrnehmung vorzüglich war es, welche mich zur Veröffentlichung dieser gemeinverständlichen wissenschaftlichen Vorträge bestimmte. Ich hoffe dadurch der Entwickelungslehre, welche ich für die größte Eroberung des menschlichen Geistes halte, manchen Anhänger auch in jenen Kreisen der Gesellschaft zuzuführen, welche zunächst nicht mit dem empirischen Material der Naturwissenschaft, und der Biologie insbesondere, näher vertraut, aber durch ihr Interesse an dem Naturganzen berechtigt, und durch ihren natürlichen Menschenverstand befähigt sind, die Entwickelungstheorie zu begreifen, und als Schlüssel zum Verständniß der Erscheinungswelt zu benutzen. Die Form der freien Vorträge, in welcher hier die Grundzüge der allgemeinen Entwickelungsgeschichte behandelt sind, hat mancherlei Nachtheile. Aber ihre Vorzüge, namentlich der freie und unmittelbare Verkehr zwischen dem Vortragenden und dem Zuhörer, überwiegen in meinen Augen die Nachtheile bedeutend.

Der lebhafte Kampf, welcher in den letzten Jahren um die Entwickelungslehre entbrannt ist, muß früher oder später nothwendig mit ihrer allgemeinen Anerkennung endigen. Dieser glänzendste Sieg des erkennenden Verstandes über das blinde Vorurtheil, der höchste Triumph, den der menschliche Geist erringen konnte, wird sicherlich mehr als alles Andere nicht allein zur geistigen Befreiung, sondern auch zur sittlichen Vervollkommnung der Menschheit beitragen. Zwar haben nicht nur diejenigen engherzigen Leute, die als Angehörige einer bevorzugten Kaste jede Verbreitung allgemeiner Bildung überhaupt scheuen, sondern auch wohlmeinende und edelgesinnte Männer die Befürchtung ausgesprochen, daß die allgemeine Verbreitung der Entwickelungstheorie die gefährlichsten moralischen und socialen Folgen haben werde. Nur die feste Ueberzeugung, daß diese Besorgniß gänzlich unbegründet ist, und daß im Gegentheil jeder große Fortschritt in der wahren Naturerkenntniß unmittelbar oder mittelbar auch eine entsprechende Vervollkommnung des sittlichen Menschenwesens herbeiführen muß, konnte mich dazu ermuthigen, die wichtigsten Grundzüge der Entwickelungstheorie in der hier vorliegenden Form einem weiteren Kreise zugänglich zu machen.

Den wißbegierigen Leser, welcher sich genauer über die in diesen Vorträgen behandelten Gegenstände zu unterrichten wünscht, verweise ich auf die im Texte mit Ziffern angeführten Schriften, welche am Schlusse desselben im Zusammenhang verzeichnet sind. Bezüglich derjenigen Beiträge zum Ausbau der Entwickelungslehre, welche mein Eigenthum sind, verweise ich insbesondere auf meine 1866 veröffentlichte „Generelle Morphologie der Organismen" (Erster Band: Allgemeine Anatomie oder Wissenschaft von den entwickelten Formen; Zweiter Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte oder Wissenschaft von den entstehenden Formen). Dies gilt namentlich von meiner, im ersten Bande ausführlich begründeten Individualitätslehre und Grundformenlehre, auf welche ich in diesen Vorträgen nicht eingehen konnte, und von meiner, im zweiten Bande enthaltenen mechanischen Begründung des ursächlichen Zusammenhangs zwischen der indivi-

duellen und der paläontologischen Entwickelungsgeschichte. Der Leser, welcher sich specieller für das natürliche System der Thiere, Pflanzen und Protisten, sowie für die darauf begründeten Stammbäume interessirt, findet darüber das Nähere in der systematischen Einleitung zum zweiten Bande der generellen Morphologie. Die entsprechenden Stellen der letzteren, welche einzelne Gegenstände dieser freien Vorträge ausführlicher behandeln, sind im Texte mit (Gen. Morph.) angeführt.

So unvollkommen und mangelhaft diese Vorträge auch sind, so hoffe ich doch, daß sie dazu dienen werden, das segensreiche Licht der Entwickelungslehre in weiteren Kreisen zu verbreiten. Möchte dadurch in vielen denkenden Köpfen die unbestimmte Ahnung zur klaren Gewißheit werden, daß unser Jahrhundert durch die endgültige Begründung der Entwickelungstheorie, und namentlich durch die Entdeckung des menschlichen Ursprungs, den bedeutendsten und ruhmvollsten Wendepunkt in der ganzen Entwickelungsgeschichte der Menschheit bildet. Möchten dadurch viele Menschenfreunde zu der Ueberzeugung geführt werden, wie fruchtbringend und segensreich dieser größte Fortschritt in der Erkenntniß auf die weitere fortschreitende Entwickelung des Menschengeschlechts einwirken wird, und an ihrem Theile werkthätig zu seiner Ausbreitung beitragen. Möchten aber vor Allem dadurch recht viele Leser angeregt werden, tiefer in das innere Heiligthum der Natur einzudringen, und aus der nie versiegenden Quelle der natürlichen Offenbarung mehr und mehr jene höchste Befriedigung des Verstandes durch wahre Naturerkenntniß, jenen reinsten Genuß des Gemüthes durch tiefes Naturverständniß, und jene sittliche Veredelung der Vernunft durch einfache Naturreligion schöpfen, welche auf keinem anderen Wege erlangt werden kann.

Jena, am 18ten August 1868.

Ernst Heinrich Haeckel.

Inhaltsverzeichniß.

Erster Vortrag.

Zweiter Vortrag.

Elfter Vortrag.

Zwölfter Vortrag.

Dreizehnter Vortrag.

Vierzehnter Vortrag.

Fünfzehnter Vortrag.

Sechszehnter Vortrag.

Siebzehnter Vortrag.

Erster Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abstammungslehre oder Descendenztheorie.

Allgemeine Bedeutung und wesentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abstammungslehre oder Descendenztheorie. Besondere Bedeutung derselben für die Biologie (Zoologie und Botanik), für die mechanische Erklärung der organischen Naturerscheinungen. Besondere Bedeutung derselben für die Anthropologie, für die natürliche Entwickelungsgeschichte des Menschengeschlechts. Die Abstammungslehre als natürliche Schöpfungsgeschichte. Begriff der Schöpfung. Wissen und Glauben. Schöpfungsgeschichte und Entwickelungsgeschichte. Zusammenhang der individuellen und paläontologischen Entwickelungsgeschichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wissenschaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüssige Einrichtungen im Organismus. Gegensatz der beiden grundverschiedenen Weltanschauungen, der monistischen (mechanischen, causalen) und der dualistischen (teleologischen, vitalen). Begründung der ersteren durch die Abstammungslehre. Einheit der organischen und anorganischen Natur, und Gleichheit der wirkenden Ursachen in Beiden. Bedeutung der Abstammungslehre für die einheitliche (monistische) Auffassung der ganzen Natur.

Meine Herren! Die naturwissenschaftliche Lehre, welche durch den englischen Naturforscher Charles Darwin in den letzten Jahren einen hohen Ruf erlangt hat, und deren gemeinverständliche Darstellung und Erläuterung die Aufgabe dieser Vorträge ist, verdient in vollem Maaße die allgemeinste Theilnahme. Denn unter den zahlreichen und großartigen Fortschritten, welche die Naturwissenschaft in unserer Zeit gemacht hat, muß dieselbe, vom höchsten und allgemeinsten Gesichtspunkt aus betrachtet, zweifelsohne als der bei Weitem folgenreichste und bedeutendste angesehen werden.

Wenn man unser Jahrhundert mit Recht das Zeitalter der Naturwissenschaften nennt, wenn man mit Stolz auf die unermeßlich bedeutenden Fortschritte in allen Zweigen derselben blickt, so pflegt man dabei gewöhnlich weniger an die Erweiterung unserer allgemeinen Naturerkenntniß, als vielmehr an die unmittelbaren praktischen Erfolge jener Fortschritte zu denken. Man erwägt dabei die völlige und unendlich folgenreiche Umgestaltung des menschlichen Verkehrs, welche durch das entwickelte Maschinenwesen, durch die Eisenbahnen, Dampfschiffe, Telegraphen und andere Erfindungen der Physik hervorgebracht worden ist. Oder man denkt an den ungeheuren Einfluß, welchen die Chemie in der Heilkunst, in der Landwirthschaft, in allen Künsten und Gewerben gewonnen hat. Wie hoch Sie aber auch diesen Einfluß der neueren Naturwissenschaft auf das praktische Leben anschlagen mögen, so muß derselbe, von einem höheren und allgemeineren Standpunkt aus gewürdigt, doch unbedingt hinter dem ungeheuren Einfluß zurückstehen, welchen die theoretischen Fortschritte der heutigen Naturwissenschaft auf die gesammte Erkenntniß des Menschen, auf seine ganze Weltanschauung und die Vervollkommnung seiner Bildung nothwendig gewinnen werden. Unter diesen theoretischen Fortschritten nimmt aber jedenfalls die von Darwin ausgebildete Theorie bei Weitem den höchsten Rang ein.

Jeder von Ihnen wird den Namen Darwins gehört haben. Aber die Meisten von Ihnen werden wahrscheinlich nur unvollkommene Vorstellungen von dem eigentlichen Werth seiner Lehre besitzen. Denn wenn man Alles vergleicht, was seit dem Erscheinen von Darwins epochemachendem Werk[1]) über dasselbe geschrieben worden ist, so muß demjenigen der sich nicht näher mit den organischen Naturwissenschaften befaßt hat, der nicht in die inneren Geheimnisse der Zoologie und Botanik eingedrungen ist, der Werth jener Theorie sehr zweifelhaft erscheinen. Die Beurtheilung derselben ist so widerspruchsvoll, größtentheils so mangelhaft, daß es uns nicht Wunder nehmen darf, wenn noch jetzt, neun Jahre nach dem Erscheinen von Darwins Werk, dasselbe nicht entfernt die Bedeutung erlangt hat, welche ihm von Rechts-

wegen gebührt, und welche es jedenfalls früher oder später erlangen wird. Gerade diese Ungewißheit über den wahren Werth von Darwins Theorie ist es, welche mich vorzugsweise bestimmt, dieselbe zum Gegenstand dieser allgemein verständlichen Darstellung zu machen. Ich halte es für die Pflicht der Naturforscher, daß sie nicht allein in dem engeren Kreise, den ihre Fachwissenschaft ihnen vorschreibt, auf Verbesserungen und Entdeckungen sinnen, daß sie sich nicht allein in das Studium des Einzelnen mit Liebe und Sorgfalt vertiefen, sondern daß sie auch die wichtigen, allgemeinen Resultate ihrer besonderen Studien für das Ganze nutzbar machen, und daß sie naturwissenschaftliche Bildung im ganzen Volke verbreiten helfen. Der höchste Triumph des menschlichen Geistes, die wahre Erkenntniß der allgemeinsten Naturgesetze, darf nicht das Privateigenthum einer privilegirten Gelehrtenkaste bleiben, sondern muß Gemeingut der ganzen Menschheit werden.

Die Theorie, welche durch Darwin an die Spitze unserer Naturerkenntniß gestellt worden ist, pflegt man gewöhnlich als Abstammungslehre oder Descendenztheorie zu bezeichnen. Andere nennen sie Umbildungslehre oder Transmutationstheorie. Beide Bezeichnungen sind richtig. Denn diese Lehre behauptet, daß alle verschiedenen Organismen (d. h. alle Thierarten und alle Pflanzenarten, welche jemals auf der Erde gelebt haben, und noch jetzt leben), von einer einzigen oder von wenigen höchst einfachen Stammformen abstammen, und daß sie sich aus diesen auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung entwickelt haben. Obwohl diese Entwickelungstheorie schon im Anfange unseres Jahrhunderts von verschiedenen großen Naturforschern, insbesondere von Lamarck[2]) und Goethe[3]), aufgestellt nnd vertheidigt wurde, hat sie doch erst vor neun Jahren durch Darwin ihre vollständige Ausbildung und ihre ursächliche Begründung erfahren, und das ist der Grund, weshalb sie jetzt gewöhnlich ausschließlich (obwohl nicht ganz richtig) als Darwins Theorie bezeichnet wird.

Der hohe und wirklich unschätzbare Werth der Abstammungslehre erscheint in einem verschiedenen Lichte, je nachdem Sie bloß deren nähere Bedeutung für die organische Naturwissenschaft, oder aber ihren weiteren Einfluß auf die gesammte Welterkenntniß des Menschen in Betracht ziehen. Die organische Naturwissenschaft oder die Biologie, welche als Zoologie die Thiere, als Botanik die Pflanzen zum Gegenstand ihrer Erkenntniß hat, wird durch die Abstammungslehre von Grund aus umgestaltet uud neu begründet. Denn die Descendenztheorie macht uns mit den wirkenden Ursachen der organischen Formerscheinungen bekannt, während die bisherige Thier- und Pflanzenkunde sich bloß mit den Thatsachen dieser Erscheinungen beschäftigte. Man kann daher auch die Abstammungslehre als die mechanische Erklärung der organischen Formerscheinungen, oder als „die Lehre von den wahren Ursachen in der organischen Natur" bezeichnen.

Da ich nicht voraussetzen kann, daß Ihnen Allen die Ausdrücke „organische und anorganische Natur" geläufig sind, und da uns die Gegenüberstellung dieser beiderlei Naturkörper in der Folge noch vielfach beschäftigen wird, so muß ich ein paar Worte zur Verständigung darüber vorausschicken. Organismen oder organische Naturkörper nennen wir alle Lebewesen oder belebten Körper, also alle Pflanzen und Thiere, den Menschen mit inbegriffen, weil bei ihnen fast immer eine Zusammensetzung aus verschiedenartigen Theilen (Werkzeugen oder „Organen") nachzuweisen ist, welche zusammenwirken, um die Lebenserscheinungen hervorzubringen. Eine solche Zusammensetzung vermissen wir dagegen bei den Anorganen oder anorganischen Naturkörpern, den sogenannten todten oder unbelebten Körpern, den Mineralien oder Gesteinen, dem Wasser, der atmosphärischen Luft u. s. w. Die Organismen enthalten stets eiweißartige Kohlenstoffverbindungen in festflüssigem Aggregatzustande, während diese den Anorganen stets fehlen. Auf diesem wichtigen Unterschiede beruht die Eintheilung der gesammten Naturwissenschaft in zwei große Hauptabtheilungen, die Biologie oder Wissenschaft von den Orga-

nismen (Zoologie und Botanik), und die Anorganologie oder Wissenschaft von den Anorganen (Mineralogie und Meteorologie).

Der unschätzbare Werth der Abstammungslehre für die Biologie liegt also, wie bemerkt, darin, daß sie uns die Entstehung der organischen Formen auf mechanischem Wege erklärt, und deren wirkende Ursachen nachweist. So hoch man aber auch mit Recht dieses Verdienst der Descendenztheorie anschlagen mag, so tritt dasselbe doch fast zurück vor der unermeßlichen Bedeutung, welche eine einzige nothwendige Folgerung derselben für sich allein in Anspruch nimmt. Diese nothwendige und unvermeidliche Folgerung ist die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts.

Die Bestimmung der Stellung des Menschen in der Natur und seiner Beziehungen zur Gesammtheit der Dinge, diese Frage aller Fragen für die Menschheit, wie sie Huxley mit Recht nennt, wird durch jene Erkenntniß der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts endgültig gelöst. Wir gelangen also in Folge der von Darwin reformirten Descendenztheorie zum ersten Male in die Lage, eine natürliche Entwickelungsgeschichte des Menschengeschlechts wissenschaftlich begründen zu können. Sowohl alle Vertheidiger, als alle denkenden Gegner Darwins haben anerkannt, daß die Abstammung des Menschengeschlechts zunächst von affenartigen Säugethieren, weiterhin aber von niederen Wirbelthieren, mit Nothwendigkeit aus seiner Theorie folgt.

Allerdings hat Darwin diese wichtigste von allen Folgerungen seiner Lehre nicht selbst ausgesprochen. In seinem ganzen Buche findet sich kein Wort von der thierischen Abstammung des Menschen. Offenbar ging der eben so vorsichtige als kühne Naturforscher absichtlich mit Stillschweigen darüber hinweg, weil er voraussah, daß dieser bedeutendste von allen Folgeschlüssen der Abstammungslehre zugleich das bedeutendste Hinderniß für die Verbreitung und Anerkennung derselben sein werde. Gewiß hätte Darwins Buch von Anfang an noch weit mehr Widerspruch und Aergerniß erregt, wenn sogleich diese wichtigste Konsequenz darin klar ausgesprochen worden wäre.

Jetzt dagegen, wo die Descendenztheorie bereits auf unerschütterlich festen Füßen steht und fast alle denkenden Naturforscher von allgemeinerer Bildung und weiterem Blick offen oder stillschweigend dieselbe anerkannt haben, wird uns Nichts mehr hindern können, auch jenen äußerst bedeutsamen Folgeschluß derselben offen zu erörtern, und die segensreichen Wirkungen, welche er auf die fortschreitende Entwickelung des Menschengeschlechts ausüben wird, in Betracht zu ziehen. Offenbar ist die Tragweite dieser Folgerung ganz unermeßlich, und keine Wissenschaft wird sich den Konsequenzen derselben entziehen können. Die Anthropologie oder die Wissenschaft vom Menschen wird in allen einzelnen Zweigen dadurch von Grund aus umgestaltet.

Es wird erst die spätere Aufgabe meiner Vorträge sein, diesen besonderen Punkt zu erörtern. Ich werde die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschen erst behandeln, nachdem ich Ihnen Darwins Theorie in ihrer allgemeinen Begründung und Bedeutung vorgetragen habe. Um es mit einem Worte auszudrücken, so ist jene äußerst bedeutende, aber die meisten Menschen von vorn herein abstoßende Folgerung nichts weiter als ein besonderer Deduktionsschluß, den wir aus dem allgemeinen Induktionsgesetz der Descendenztheorie ziehen müssen.

Vielleicht ist Nichts geeigneter, Ihnen die ganze und volle Bedeutung der Abstammungslehre mit zwei Worten klar zu machen, als die Bezeichnung derselben mit dem Ausdruck: „Natürliche Schöpfungsgeschichte.“ Ich habe daher auch selbst diese Bezeichnung für die folgenden Vorträge gewählt. Jedoch ist dieselbe nur in einem gewissen Sinne richtig, und es ist zu berücksichtigen, daß, streng genommen, der Ausdruck „natürliche Schöpfungsgeschichte“ einen inneren Widerspruch, eine „Contradictio in adjecto“ einschließt.

Lassen Sie uns, um dies zu verstehen, einen Augenblick den Begriff der Schöpfung etwas näher ins Auge fassen. Wenn man unter Schöpfung die Entstehung eines Körpers durch eine schaffende Gewalt oder Kraft versteht, so kann man dabei entweder an die Entstehung seines Stoffes (der körperlichen Materie)

oder an die Entstehung seiner Form (der körperlichen Gestalt) denken.

Die Schöpfung im ersteren Sinne, als die Entstehung der Materie, geht uns hier gar nichts an. Dieser Vorgang, wenn er überhaupt jemals stattgefunden hat, ist gänzlich der menschlichen Erkenntniß entzogen, und kann daher auch niemals Gegenstand naturwissenschaftlicher Erforschung sein. Die Naturwissenschaft hält die Materie für ewig und unvergänglich, weil durch die Erfahrung noch niemals das Entstehen und Vergehen auch nur des kleinsten Theilchens der Materie nachgewiesen worden ist. Da wo ein Naturkörper zu verschwinden scheint, wie z. B. beim Verbrennen, beim Verwesen, beim Verdunsten u. s. w., da ändert er nur seine Form, seinen physikalischen Aggregatzustand oder seine chemische Verbindungsweise. Aber noch niemals ist ein Fall beobachtet worden, daß auch nur das kleinste Stofftheilchen aus der Welt verschwunden, oder nur ein Atom zu der bereits vorhandenen Masse hinzugekommen ist. Der Naturforscher kann sich daher ein Entstehen der Materie eben so wenig als ein Vergehen derselben vorstellen, und betrachtet deshalb die in der Welt bestehende Quantität der Materie als eine gegebene Thatsache. Fühlt Jemand das Bedürfniß, sich die Entstehung dieser Materie als die Wirkung einer übernatürlichen Schöpfungsthätigkeit, einer außerhalb der Materie stehenden schöpferischen Kraft vorzustellen, so haben wir Nichts dagegen. Aber wir müssen bemerken, daß damit auch nicht das Geringste für eine wissenschaftliche Naturerkenntniß gewonnen ist. Eine solche Vorstellung von einer immateriellen Kraft, welche die Materie erst schafft, ist ein Glaubensartikel, welcher mit der menschlichen Wissenschaft gar nichts zu thun hat. Wo der Glaube anfängt, hört die Wissenschaft auf. Beide Thätigkeiten des menschlichen Geistes sind scharf von einander zu halten. Der Glaube hat seinen Ursprung in der dichtenden Einbildungskraft, das Wissen dagegen in dem erkennenden Verstande des Menschen. Die Wissenschaft hat die segenbringenden Früchte von dem Baume der Erkenntniß zu pflücken,

unbekümmert darum, ob diese Eroberungen die dichterischen Einbildungen der Glaubenschaft beeinträchtigen oder nicht.

Wenn also die Naturwissenschaft sich die „natürliche Schöpfungsgeschichte" zu ihrer höchsten, schwersten nnd lohnendsten Aufgabe macht, so kann sie den Begriff der Schöpfung nur in der zweiten, oben angeführten Bedeutung verstehen, als die Entstehung der Form der Naturkörper. In dieser Beziehung kann man die Geologie, welche die Entstehung der geformten anorganischen Erdoberfläche und die mannichfaltigen geschichtlichen Veränderungen in der Gestalt der festen Erdrinde zu erforschen strebt, die Schöpfungsgeschichte der Erde nennen. Ebenso kann man die Entwickelungsgeschichte der Thiere und Pflanzen, welche die Entstehung der belebten Formen, ünd den mannichfaltigen historischen Wechsel der thierischen und pflanzlichen Gestalten untersucht, die Schöpfungsgeschichte der Organismen nennen. Da jedoch leicht in den Begriff der Schöpfung, auch wenn er in diesem Sinne gebraucht wird, sich die unwissenschaftliche Vorstellung von einem außerhalb der Materie stehenden und dieselbe umbildenden Schöpfer einschleicht, so wird es in Zukunft wohl besser sein, denselben durch die strengere Bezeichnung der Entwickelungsgeschichte zu ersetzen.

Der hohe Werth, welchen die Entwickelungsgeschichte für das wissenschaftliche Verständniß der Thier- und Pflanzenformen besitzt, ist jetzt seit mehreren Jahrzehnten so allgemein anerkannt, daß man ohne sie keinen sicheren Schritt in der organischen Morphologie oder Formenlehre thun kann. Jedoch hat man fast immer unter Entwickelungsgeschichte nur einen Theil dieser Wissenschaft, nämlich diejenige der organischen Individuen oder Einzelwesen verstanden, welche gewöhnlich Embryologie, richtiger und umfassender aber Ontogenie genannt wird. Außer dieser giebt es aber auch noch eine Entwickelungsgeschichte der organischen Arten, Klassen und Stämme (Phylen), welche zu der ersteren in den wichtigsten Beziehungen steht. Das Material dafür liefert uns die Versteinerungskunde oder Paläontologie, welche uns zeigt, daß jeder Stamm (Phylum) von Thieren und Pflanzen während der verschiedenen Perioden der Erdgeschichte durch eine

Reihe von ganz verschiedenen Klassen und Arten vertreten war. So war z. B. der Stamm der Wirbelthiere durch die Klassen der Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere vertreten, und jede dieser Klassen zu verschiedenen Zeiten durch ganz verschiedene Arten. Diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Organismen, welche man als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichnen kann, steht in den wichtigsten und merkwürdigsten Beziehungen zu dem andern Zweige der organischen Entwickelungsgeschichte, derjenigen der Individuen oder der Ontogenie. Die letztere läuft der ersteren im Großen und Ganzen parallel. Um es kurz mit einem Satze zu sagen, so ist die individuelle Entwickelungsgeschichte oder die Ontogenie eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Rekapitulation der paläontologischen Entwickelungsgeschichte oder der Phylogenie.

Da ich Ihnen diese höchst interessante und bedeutsame Thatsache später noch ausführlicher zu erläutern habe, so will ich mich hier nicht dabei weiter aufhalten, und nur hervorheben, daß dieselbe einzig und allein durch die Abstammungslehre erklärt und in ihren Ursachen verstanden wird, während sie ohne dieselbe gänzlich unverständlich und unerklärlich bleibt. Die Descendenztheorie erklärt uns dabei zugleich, warum überhaupt die einzelnen Thiere und Pflanzen sich entwickeln müssen, warum dieselben nicht gleich in fertiger und entwickelter Form ins Leben treten. Keine übernatürliche Schöpfungsgeschichte vermag uns das große Räthsel der organischen Entwickelung irgendwie zu erklären. Ebenso wie auf diese hochwichtige Frage giebt uns Darwins Theorie auch auf alle anderen allgemeinen biologischen Fragen vollkommen befriedigende Antworten, und zwar immer Antworten, welche rein mechanisch-causaler Natur sind, welche lediglich natürliche, physikalisch-chemische Kräfte als die Ursachen von Erscheinungen nachweisen, welche man früher gewohnt war, der unmittelbaren Einwirkung übernatürlicher, schöpferischer Kräfte zuzuschreiben.

Von ganz besonderem Interesse sind von diesen allgemeinen biologischen Phänomenen diejenigen, welche ganz unvereinbar sind mit der

gewöhnlichen Annahme, daß jeder Organismus das Produkt einer zweckmäßig bauenden Schöpferkraft sei. Nichts hat in dieser Beziehung der früheren Naturforschung so große Schwierigkeiten verursacht, als die Deutung der sogenannten „rudimentären Organe", derjenigen Theile im Thier- und Pflanzenkörper, welche eigentlich ohne Leistung, ohne physiologische Bedeutung, und dennoch formell vorhanden sind. Diese Theile erregen das allerhöchste Interesse, obwohl sie den meisten Laien gar nicht oder nur wenig bekannt sind. Fast jeder Organismus, fast jedes Thier und jede Pflanze, besitzt neben den scheinbar äußerst zweckmäßigen Einrichtungen seiner Gesammtorganisation, eine Reihe von Einrichtungen, deren Zweck durchaus nicht einzusehen ist.

Beispiele davon finden sich überall. Bei den Embryonen mancher Wiederkäuer, unter Andern bei unserm gewöhnlichen Rindvieh, stehen Schneidezähne im Zwischenkiefer der oberen Kinnlade, welche niemals zum Durchbruch gelangen, also auch keinen Zweck haben. Die Embryonen mancher Wallfische, welche späterhin die bekannten Barten statt der Zähne besitzen, tragen, so lange sie noch nicht geboren sind und keine Nahrung zu sich nehmen, dennoch Zähne in ihrem Kiefer; auch dieses Gebiß tritt niemals in Thätigkeit. Ferner besitzen die meisten höheren Thiere Muskeln, die nie zur Anwendung kommen; selbst der Mensch besitzt solche rudimentäre Muskeln. Die Meisten von uns sind nicht fähig, ihre Ohren willkürlich zu bewegen, obwohl die Muskeln für diese Bewegung vorhanden sind, und obwohl es einzelnen Personen, die sich andauernd Mühe geben, diese Muskeln zu üben, in der That gelingt, ihre Ohren zu bewegen. In diesen noch jetzt vorhandenen, aber verkümmerten Organen, welche dem vollständigen Verschwinden entgegen gehen, ist es noch möglich, durch besondere Uebung, durch andauernden Einfluß der Willensthätigkeit des Nervensystems, die beinah erloschene Thätigkeit wieder zu beleben. Auch noch an anderen Stellen seines Körpers besitzt der Mensch solche rudimentäre Organe, welche durchaus von keiner Bedeutung für das Leben sind und niemals funktioniren.

Zu den schlagendsten Beispielen von rudimentären Organen gehö-

ren die Augen, welche nicht sehen. Solche finden sich bei sehr vielen Thieren, welche im Dunkeln: z. B. in Höhlen, unter der Erde leben. Die Augen sind hier oft wirklich in ausgebildetem Zustande vorhanden; aber sie sind von der Haut bedeckt, so daß kein Lichtstrahl in sie hineinfallen kann, und sie also auch niemals sehen können. Solche Augen ohne Gesichtsfunktion besitzen z. B. mehrere Arten von unterirdisch lebenden Maulwürfen und Blindmäusen, von Schlangen und Eidechsen, von Amphibien (Proteus, Caecilia) und von Fischen; ferner zahlreiche wirbellose Thiere, die im Dunkeln ihr Leben zubringen: viele Käfer, Krebsthiere, Schnecken, Würmer u. s. w.

Eine Fülle der interessantesten Beispiele von rudimentären Organen liefert die vergleichende Osteologie oder Skeletlehre der Wirbelthiere, einer der anziehendsten Zweige der vergleichenden Anatomie. Bei den allermeisten Wirbelthieren finden wir zwei Paar Gliedmaaßen am Rumpf, ein Paar Vorderbeine und ein Paar Hinterbeine. Sehr häufig ist jedoch das eine oder das andere Paar derselben verkümmert, seltener beide, wie bei den Schlangen und einigen aalartigen Fischen. Aber einige Schlangen, z. B. die Riesenschlangen (Boa, Python) haben hinten noch einige unnütze Knochenstückchen im Leibe, welche die Reste der verloren gegangenen Hinterbeine sind. Ebenso haben die wallfischartigen Säugethiere (Cetaceen), welche nur entwickelte Vorderbeine (Brustflossen) besitzen, hinten im Fleische noch ein Paar ganz überflüssige Knochen, welche ebenfalls Ueberbleibsel der verkümmerten Hinterbeine sind. Dasselbe gilt von vielen echten Fischen, bei denen in gleicher Weise die Hinterbeine (Bauchflossen) verloren gegangen sind. Umgekehrt besitzen unsere Blindschleichen (Anguis) und einige andere Eidechsen inwendig ein vollständiges Schultergerüste, obwohl die Vorderbeine, zu deren Befestigung dasselbe dient, nicht mehr vorhanden sind. Ferner finden sich bei verschiedenen Wirbelthieren die einzelnen Knochen der beiden Beinpaare in allen verschiedenen Stufen der Verkümmerung, und oft die rückgebildeten Knochen und die zugehörigen Muskeln stückweise erhalten, ohne doch irgendwie eine Verrichtung

ausführen zu können. Das Instrument ist noch da, aber es kann nicht mehr spielen.

Fast ganz allgemein finden Sie ferner rudimentäre Organe in den Pflanzenblüthen vor, indem der eine oder der andere Theil der männlichen Fortpflanzungsorgane (der Staubfäden und Staubbeutel), oder der weiblichen Fortpflanzungsorgane (Griffel, Fruchtknoten u. s. w.) mehr oder weniger verkümmert oder „fehlgeschlagen" (abortirt) ist. Auch hier können Sie bei verschiedenen, nahe verwandten Pflanzenarten das Organ in allen Graden der Rückbildung verfolgen. So z. B. ist die große natürliche Familie der lippenblüthigen Pflanzen (Labiaten), zu welcher Melisse, Pfefferminze, Majoran, Gundelrebe, Thymian u. s. w. gehören, dadurch ausgezeichnet, daß die rachenförmige, zweilippige Blumenkrone zwei lange und zwei kurze Staubfäden enthält. Allein bei vielen einzelnen Pflanzen dieser Familie, z. B. bei verschiedenen Salbeiarten und beim Rosmarin, ist nur das eine Paar der Staubfäden ausgebildet, und das andere Paar ist mehr oder weniger verkümmert, oft ganz verschwunden. Bisweilen sind die Staubfäden vorhanden, aber ohne Staubbeutel, so daß sie ganz unnütz sind. Seltener aber findet sich sogar noch das Rudiment oder der verkümmerte Rest eines fünften Staubfadens, ein physiologisch (für die Lebensverrichtung) ganz nutzloses, aber morphologisch (für die Erkenntniß der Form und der natürlichen Verwandtschaft) äußerst werthvolles Organ. In meiner generellen Morphologie der Organismen [4]) habe ich in dem Abschnitt von der „Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie" noch eine große Anzahl von anderen derartigen Beispielen angeführt (Gen. Morph. II., 266).

Keine biologische Erscheinung hat wohl jemals die Zoologen und Botaniker in größere Verlegenheit versetzt als diese rudimentären, oder abortiven (verkümmerten) Organe. Es sind Werkzeuge außer Dienst, Körpertheile, welche da sind, ohne etwas zu leisten, zweckmäßig eingerichtet, ohne ihren Zweck in Wirklichkeit zu erfüllen. Wenn man die Versuche betrachtet, welche die früheren Naturforscher zur Erklärung dieses Räthsels machten, kann man sich in der That kaum

eines Lächelns über die seltsamen Vorstellungen, zu denen sie geführt wurden, erwehren. Außer Stande, eine wirkliche Erklärung zu finden, kam man z. B. zu dem Endresultate, daß der Schöpfer „der Symmetrie wegen" diese Organe angelegt habe; oder man nahm an, es sei dem Schöpfer unpassend oder unverständig erschienen, daß diese Organe bei denjenigen Organismen, bei denen sie nicht leistungsfähig sind, und ihrer ganzen Lebensweise nach nicht sein können, völlig fehlten, während die nächsten Verwandten sie besäßen, und zum Ersatz für die mangelnde Funktion habe er ihnen wenigstens die äußere Ausstattung der leeren Form verliehen; ungefähr so, wie die uniformirten Civilbeamten bei Hofe mit einem unschuldigen Degen ausgestattet sind, den sie niemals aus der Scheide ziehen. Ich glaube aber kaum, daß Sie von einer solchen Erklärung befriedigt sein werden.

Nun wird gerade diese allgemein verbreitete und räthselhafte Erscheinung der rudimentären Organe, an welcher alle übrigen Erklärungsversuche scheitern, vollkommen erklärt, und zwar in der einfachsten und einleuchtendsten Weise erklärt durch Darwins Theorie von der Vererbung und von der Anpassung. Wir können die wichtigen Gesetze der Vererbung und Anpassung an den Hausthieren und Kulturpflanzen, welche wir künstlich züchten, verfolgen, und es ist bereits eine Reihe solcher Vererbungsgesetze festgestellt worden. Ohne jetzt auf diese einzugehen, will ich nur vorausschicken, daß einige davon auf mechanischem Wege die Entstehung der rudimentären Organe vollkommen erklären, so daß wir das Auftreten derselben als einen ganz natürlichen Prozeß ansehen müssen, bedingt durch den Nichtgebrauch der Organe. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind die früher thätigen und wirklich arbeitenden Organe allmählich nicht mehr gebraucht worden und außer Dienst getreten. In Folge der mangelnden Uebung sind sie mehr und mehr schwächer geworden, trotzdem aber immer noch durch Vererbung von einer Generation auf die andere übertragen worden, bis sie endlich größtentheils oder ganz verschwanden. Wenn wir annehmen, daß alle oben angeführten Wirbelthiere von einem einzigen gemeinsamen Stammvater abstammen,

welcher zwei sehende Augen und zwei wohl entwickelte Beinpaare besaß, so erklärt sich ganz einfach der verschiedene Grad der Verkümmerung und Rückbildung dieser Organe bei solchen Nachkommen desselben, welche diese Theile nicht mehr gebrauchen konnten. Ebenso erklärt sich vollständig der verschiedene Ausbildungsgrad der ursprünglich (in der Blüthenknospe) angelegten fünf Staubfäden bei den Labiaten, wenn wir annehmen, daß alle Pflanzen dieser Familie von einem gemeinsamen, mit fünf Staubfäden ausgestatteten Stammvater abstammen.

Ich habe Ihnen die Erscheinung der rudimentären Organe schon jetzt etwas ausführlicher vorgeführt, weil dieselbe von der allergrößten allgemeinen Bedeutung ist, und weil sie uns auf die großen, allgemeinen, tiefliegenden Grundfragen der Philosophie und der Naturwissenschaft hinführt, für deren Lösung Darwin's Theorie nunmehr der unentbehrliche Leitstern geworden ist. Sobald wir nämlich, dieser Theorie entsprechend, die ausschließliche Wirksamkeit physikalisch-chemischer Ursachen ebenso in der lebenden (organischen) Körperwelt, wie in der sogenannten leblosen (anorganischen) Natur anerkennen, so räumen wir damit jener Weltanschauung die ausschließliche Herrschaft ein, welche man mit dem Namen der mechanischen bezeichnen kann, und welche gegenübersteht der teleologischen Auffassung. Wenn Sie alle Weltanschauungsformen der verschiedenen Völker und Zeiten mit einander vergleichend zusammenstellen, können Sie dieselben schließlich alle in zwei schroff gegenüberstehende Gruppen bringen: eine causale oder mechanistische und eine teleologische oder vitalistische. Die letztere war in der Biologie bisher allgemein herrschend. Man sah danach das Thierreich und das Pflanzenreich als Produkte einer zweckmäßig wirksamen, schöpferischen Thätigkeit an. Bei dem Anblick jedes Organismus schien sich zunächst unabweislich die Ueberzeugung aufzudrängen, daß eine so künstliche Maschine, ein so verwickelter Bewegungs-Apparat, wie es der Organismus ist, nur hervorgebracht werden könne durch eine Thätigkeit, welche analog, obwohl unendlich viel vollkommener ist, als die Thätigkeit des Menschen

bei der Konstruktion seiner Maschinen. Wie erhaben man auch die früheren Vorstellungen des Schöpfers und seiner schöpferischen Thätigkeit fassen, wie sehr man sie aller menschlichen Analogie entkleiden mag, so bleibt doch im letzten Grunde bei der teleologischen Naturauffassung diese Analogie unabweislich und nothwendig. Man muß sich im Grunde dann immer den Schöpfer selbst als einen Organismus vorstellen, als ein Wesen, welches, analog dem Menschen, wenn auch in unendlich vollkommnerer Form, über seine bildende Thätigkeit nachdenkt, den Plan der Maschinen entwirft, und dann mittelst Anwendung geeigneter Materialien diese Maschinen zweckentsprechend ausführt. Alle diese Vorstellungen leiden nothwendig an der Grundschwäche des Anthropomorphismus oder der Vermenschlichung. Es werden dabei, wie hoch man sich auch den Schöpfer vorstellen mag, demselben die menschlichen Attribute beigelegt, einen Plan zu entwerfen und danach den Organismus zweckmäßig zu construiren. Das wird auch von derjenigen Anschauung, welche Darwins Lehre am schroffsten gegenüber steht, und welche unter den Naturforschern ihren bedeutendsten Vertreter in Agassiz gefunden hat, ganz klar ausgesprochen. Das berühmte Werk (Essay on classification) von Agassiz, welches dem Darwinschen Werke vollkommen entgegengesetzt ist, und fast gleichzeitig erschien, hat ganz folgerichtig jene anthropomorphischen Vorstellungen vom Schöpfer bis zum höchsten Grade ausgebildet. Ich werde Gelegenheit haben, auf dieselben noch wiederholt zurückzukommen, weil sie in der That nicht weniger zu Gunsten unserer Lehre sprechen, als alle positiven Beweise, welche wir dafür beibringen werden.

Was jene Zweckmäßigkeit in der Natur betrifft, so ist sie überhaupt nur vorhanden für denjenigen, welcher die Erscheinungen im Thier- und Pflanzenleben durchaus oberflächlich betrachtet. Schon jene rudimentären Organe mußten dieser Lehre einen harten Stoß versetzen. Jeder aber, der tiefer in die Organisation und Lebensweise der verschiedenen Thiere und Pflanzen eindringt, der sich mit der Wechselwirkung der Lebenserscheinungen und der sogenannten „Oeko-

nomie der Natur" vertrauter macht, kommt nothwendig zu der Anschauung, daß diese Zweckmäßigkeit leider nicht existirt, so wenig als etwa die vielgerühmte Allgüte des Schöpfers. Wenn Sie das Zusammenleben und die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzen und der Thiere (mit Inbegriff des Menschen) näher betrachten, so finden Sie überall und zu jeder Zeit das Gegentheil von jenem gemüthlichen und friedlichen Beisammensein, welches die Güte des Schöpfers den Geschöpfen hätte bereiten müssen, vielmehr finden Sie überall einen schonungslosen, höchst erbitterten Kampf Aller gegen Alle. Nirgends in der Natur, wohin Sie auch Ihre Blicke lenken mögen, ist jener idyllische, von den Dichtern besungene Friede vorhanden, — vielmehr überall Kampf, Streben nach Vernichtung des Nächsten und nach Vernichtung der direkten Gegner. Leidenschaft und Selbstsucht, bewußt oder unbewußt, ist überall die Triebfeder des Lebens. Das bekannte Dichterwort:

„Die Natur ist vollkommen überall,
Wo der Mensch nicht hinkommt mit seiner Qual"

ist schön, aber leider nicht wahr. Vielmehr bildet auch in dieser Beziehung der Mensch keine Ausnahme von der übrigen Thierwelt. Die Betrachtungen, welche wir bei der Lehre vom „Kampf ums Dasein" anzustellen haben, werden diese Behauptung zur Genüge rechtfertigen. Es war auch Darwin, welcher gerade diesen wichtigen Punkt in seiner hohen und allgemeinen Bedeutung recht klar vor Augen stellte, und derjenige Abschnitt seiner Lehre, welchen er selbst den „Kampf ums Dasein" nennt, ist einer der wichtigsten Theile derselben.

Wenn wir also jener vitalistischen oder teleologischen Betrachtung der lebendigen Natur, welche die Thier- und Pflanzenformen als Produkte eines gütigen und zweckmäßig thätigen Schöpfers oder einer zweckmäßig thätigen schöpferischen Naturkraft ansieht, durchaus entgegenzutreten gezwungen sind, so müssen wir uns entschieden jene Weltanschauung aneignen, welche man die mechanische oder causale nennt. Man kann sie auch als die monistische oder einheitliche bezeichnen, im Gegensatz zu der zwiespältigen oder dualisti-

schen Anschauung, welche in jener teleologischen Weltauffassung nothwendig enthalten ist. Die mechanische Naturbetrachtung ist seit Jahrzehnten auf gewissen Gebieten der Naturwissenschaft so sehr eingebürgert, daß hier über die entgegengesetzte kein Wort mehr verloren wird. Es fällt keinem Physiker oder Chemiker, keinem Mineralogen oder Astronomen mehr ein, in den Erscheinungen, welche ihm auf seinem wissenschaftlichen Gebiete fortwährend vor Augen kommen, die Wirksamkeit eines zweckmäßig thätigen Schöpfers vorzufinden oder aufzusuchen. Man betrachtet die Erscheinungen, welche auf jenen Gebieten zu Tage treten, allgemein und ohne Widerspruch als die nothwendigen und unabänderlichen Wirkungen der physikalischen und chemischen Kräfte, welche an dem Stoffe oder der Materie haften und insofern ist diese Anschauung rein materialistisch, in einem gewissen Sinne dieses vieldeutigen Wortes. Wenn der Physiker die Bewegungserscheinungen der Elektricität oder des Magnetismus, den Fall eines schweren Körpers oder die Schwingungen der Lichtwellen verfolgt, so ist er bei dieser Arbeit durchaus davon entfernt, das Eingreifen einer übernatürlichen schöpferischen Kraft anzunehmen. In dieser Beziehung befand sich bisher die Biologie als die Wissenschaft von den sogenannten „belebten" Naturkörpern, in großem Gegensatz zu jenen vorher genannten anorganischen Naturwissenschaften (der Anorganologie). Zwar hat die neuere Physiologie, die Lehre von den Bewegungserscheinungen der Thier- und Pflanzenkörper, den mechanischen Standpunkt der letzteren vollkommen angenommen; allein die Morphologie, die Wissenschaft von den Formen der Thiere und der Pflanzen, schien dadurch gar nicht berührt zu werden. Die Morphologen behandelten nach wie vor, und größtentheils noch heutzutage, im Gegensatz zu jener mechanischen Betrachtung der Leistungen, die Formen der Thiere und Pflanzen als etwas, was durchaus nicht mechanisch erklärbar sei, was nothwendig einer höheren, übernatürlichen, zweckmäßig thätigen Schöpferkraft seinen Ursprung verdanken müsse. Dabei war es ganz gleichgültig, ob man diese Schöpferkraft als persönlichen Gott anbetete, oder

ob man sie Lebenskraft (vis vitalis) oder Endursache (causa finalis) nannte. In allen Fällen flüchtete man hier, um es mit einem Worte zu sagen, zum Wunder als der Erklärung. Man warf sich einer Glaubensdichtung in die Arme, welche als solche auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher Erkenntniß durchaus keine Geltung haben kann.

Alles nun, was vor Darwin geschehen ist, um eine natürliche, mechanische Auffassung von der Entstehung der Thier- und Pflanzenformen zu begründen, vermochte diese nicht zum Durchbruch und zu allgemeinerer Anerkennung zu bringen. Dies gelang erst Darwins Lehre, und hierin liegt ein unermeßliches Verdienst derselben. Denn es wird dadurch die Ansicht von der Einheit der organischen und der anorganischen Natur fest begründet; und derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher bisher am längsten und am hartnäckigsten sich einer mechanischen Auffassung und Erklärung widersetzte, die Lehre vom Bau der lebendigen Formen, von der Bedeutung und dem Entstehen derselben, wird dadurch mit allen übrigen naturwissenschaftlichen Lehren auf einen und denselben Weg der Vollendung gebracht. Es wird die Einheit aller Naturerscheinungen dadurch endgültig festgestellt.

Diese Einheit der ganzen Natur, die Beseelung aller Materie, die Untrennbarkeit der geistigen Kraft und des körperlichen Stoffes hat Goethe mit den Worten behauptet: „die Materie kann nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein“. Von den großen monistischen Philosophen aller Zeiten sind diese obersten Grundsätze der mechanischen Weltanschauung vertreten worden. Schon Demokritus von Abdera, der unsterbliche Begründer der Atomenlehre, sprach dieselben fast ein halbes Jahrtausend vor Christus klar aus, ganz vorzüglich aber der große Dominikanermönch Giordano Bruno. Dieser wurde dafür am 17. Februar 1600 in Rom von der christlichen Inquisition auf dem Scheiterhaufen verbrannt, an demselben Tage, an welchem 36 Jahre früher sein großer Landsmann und Kampfesgenosse Galilei geboren wurde. Solche Männer, die für eine große Idee leben und sterben, pflegt man „Materialisten“ zu nen-

nen, ihre Gegner aber, deren Beweisgründe Tortur und Scheiterhaufen sind, „Idealisten".

Durch Darwins Lehre wird es uns zum erstenmal möglich, diese Einheit der Natur so zu begründen, daß eine mechanisch-causale Erklärung auch der verwickeltsten organischen Erscheinungen z. B. der Entstehung und Einrichtung der Sinnesorgane, in der That nicht mehr Schwierigkeiten für das allgemeine Verständniß hat, als die mechanische Erklärung irgend eines physikalischen Prozesses, wie es z. B. in der Meteorologie die Richtung des Windes oder die Strömungen des Meeres sind. Wir gelangen dadurch zu der äußerst wichtigen Ueberzeugung, daß alle Naturkörper, die wir kennen, gleichmäßig belebt sind, daß der Gegensatz, welchen man zwischen lebendiger und todter Körperwelt aufstellte, nicht existirt. Wenn ein Stein, frei in die Luft geworfen, nach bestimmten Gesetzen zur Erde fällt, oder wenn in einer Salzlösung sich ein Krystall bildet, so ist diese Erscheinung nicht mehr und nicht minder eine mechanische Lebenserscheinung, als das Wachsthum oder das Blühen der Pflanzen, als die Fortpflanzung oder die Sinnesthätigkeit der Thiere, als die Empfindung oder die Gedankenbildung des Menschen In dieser Herstellung der einheitlichen oder monistischen Naturauffassung liegt das höchste und allgemeinste Verdienst der von Darwin reformirten Abstammungslehre.

Zweiter Vortrag.

Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné.

Die Abstammungslehre oder Descendenztheorie als die einheitliche Erklärung der organischen Naturerscheinungen durch natürliche wirkende Ursachen. Vergleichung derselben mit Newtons Gravitationstheorie. Zwingende Nothwendigkeit ihrer Annahme und allgemeine Verpflichtung der Naturforscher zu derselben. Die Abstammungslehre als festbegründete wissenschaftliche Theorie. Mangel jeder anderen Erklärung der organischen Schöpfung. Grenzen der wissenschaftlichen Erklärung und der menschlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß ursprünglich durch sinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori, daher beschränkt. Uebergang der aposteriorischen Erkenntnisse durch Vererbung in apriorische Erkenntnisse. Gegensatz der übernatürlichen Schöpfungshypothesen von Linné, Cuvier, Agassiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Göthe, Darwin. Zusammenhang der ersteren mit der monistischen (mechanischen), der letzteren mit der dualistischen (teleologischen) Weltanschauung. Schöpfungsgeschichte des Moses. Ihre Vorzüge und Irrthümer. Linné als Begründer der systematischen Naturbeschreibung und Artunterscheidung. Linnés Classification und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeschichte. Linnés Ansicht von der Entstehung der Arten.

Meine Herren! Der Werth, den jede naturwissenschaftliche Theorie besitzt, wird sowohl durch die Anzahl und das Gewicht der zu erklärenden Gegenstände gemessen, als auch durch die Einfachheit und Allgemeinheit der Ursachen, welche als Erklärungsgründe benutzt wer-

den. Je größer einerseits die Anzahl, je wichtiger die Bedeutung der durch die Theorie zu erklärenden Erscheinungen ist, und je einfacher andrerseits, je allgemeiner die Ursachen sind, welche die Theorie zur Erklärung in Anspruch nimmt, desto höher ist ihr wissenschaftlicher Werth, desto sicherer bedienen wir uns ihrer Leitung, desto mehr sind wir verpflichtet zu ihrer Annahme.

Denken Sie z. B. an diejenige Theorie, welche bisher als der größte Erwerb des menschlichen Geistes galt, an die Gravitationstheorie, welche der Engländer Newton vor 200 Jahren in seinen mathematischen Principien der Naturphilosophie begründete. Hier finden Sie das zu erklärende Objekt so groß genommen als Sie es nur denken können. Er unternahm es, die Bewegungserscheinungen der Planeten und den Bau des Weltgebäudes auf mathematische Gesetze zurückzuführen. Als die höchst einfache Ursache dieser verwickelten Bewegungserscheinungen begründete Newton das Gesetz der Schwere oder der Massenanziehung, dasselbe, welches die Ursache des Falles der Körper, der Adhäsion, der Cohäsion und vieler anderen Erscheinungen ist.

Wenn Sie nun den gleichen Maßstab an die Theorie Darwins anlegen, so müssen Sie zu dem Schluß kommen, daß diese ebenfalls zu den größten Eroberungen des menschlichen Geistes gehört, und daß sie sich unmittelbar neben die Gravitationstheorie Newtons stellen kann. Vielleicht erscheint Ihnen dieser Ausspruch übertrieben oder wenigstens sehr gewagt; ich hoffe Sie aber im Verlauf dieser Vorträge zu überzeugen, daß diese Schätzung nicht zu hoch gegriffen ist. In der vorigen Stunde wurden bereits einige der wichtigsten und allgemeinsten Erscheinungen aus der organischen Natur namhaft gemacht, welche durch Darwins Theorie erklärt werden. Dahin gehören vor Allen die Formveränderungen, welche die individuelle Entwickelung der Organismen begleiten, äußerst mannichfaltige und verwickelte Erscheinungen, welche bisher einer mechanischen Erklärung, d. h. einer Zurückführung auf wirkende Ursachen die größten Schwierigkeiten in den Weg legten. Wir haben die rudimentären Organe erwähnt,

jene außerordentlich merkwürdigen Einrichtungen in den Thier- und Pflanzenkörpern, welche keinen Zweck haben, welche jeder teleologischen, jeder nach einem Endzweck des Organismus suchenden Erklärung vollständig widersprechen. Es ließe sich noch eine große Anzahl von anderen Erscheinungen anführen, die nicht minder wichtig sind, die bisher nicht minder räthselhaft erschienen, und die in der einfachsten Weise durch die von Darwin reformirte Abstammungslehre erklärt werden. Ich erwähne vorläufig noch die Erscheinungen, welche uns die geographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten auf der Oberfläche unseres Planeten, sowie die geologische Vertheilung der ausgestorbenen und versteinerten Organismen in den verschiedenen Schichten der Erdrinde darbietet. Auch diese wichtigen paläontologischen und geographischen Gesetze, welche wir bisher nur als Thatsachen kannten, werden durch die Abstammungslehre in ihren wirkenden Ursachen erkannt. Dasselbe gilt ferner von allen allgemeinen Gesetzen der vergleichenden Anatomie, insbesondere von dem großen Gesetze der Arbeitstheilung oder Sonderung (Polymorphismus oder Differenzirung), einem Gesetze welches ebenso in der ganzen menschlichen Gesellschaft, wie in der Organisation des einzelnen Thier- und Pflanzenkörpers die wichtigste gestaltende Ursache ist, diejenige Ursache, welche ebenso eine immer größere Mannichfaltigkeit, wie eine fortschreitende Entwickelung der organischen Formen bedingt. In gleicher Weise, wie dieses bisher nur als Thatsache erkannte Gesetz der Arbeitstheilung, wird auch das Gesetz der fortschreitenden Entwickelung, oder das Gesetz des Fortschritts, welches wir ebenso in der Geschichte der Völker, wie in der Geschichte der Thiere und Pflanzen überall wirksam wahrnehmen, in seinem Ursprung durch die Abstammungslehre erklärt. Und wenn Sie endlich Ihre Blicke auf das große Ganze der organischen Natur richten, wenn Sie vergleichend alle einzelnen großen Erscheinungsgruppen dieses ungeheuren Lebensgebietes zusammenfassen, so stellt sich Ihnen dasselbe im Lichte der Abstammungslehre nicht mehr als das künstlich ausgedachte Werk eines planmäßig bauenden Schöpfers dar, sondern als

die nothwendige Folge wirkender Ursachen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Materie selbst liegen.

Man kann also im weitesten Umfang behaupten, und ich werde diese Behauptung im Verlaufe meiner Vorträge rechtfertigen, daß die Abstammungslehre wie sie durch Darwin ausgebildet wurde der erste Versuch ist, die Gesammtheit aller organischen Naturerscheinungen auf ein einziges Gesetz zurückzuführen, eine einzige wirkende Ursache für das unendlich verwickelte Getriebe dieser ganzen reichen Erscheinungswelt aufzufinden. In dieser Beziehung stellt sie sich ebenbürtig Newtons Gravitationstheorie an die Seite.

Aber auch die Erklärungsgründe sind hier nicht minder einfach, wie dort. Es sind nicht neue, bisher unbekannte Eigenschaften des Stoffes, welche Darwin zur Erklärung dieser höchst verwickelten Erscheinungswelt herbeizieht; es sind nicht etwa Entdeckungen neuer Verbindungsverhältnisse der Materien, oder neuer Organisationskräfte derselben; sondern es ist lediglich die außerordentlich geistvolle Verbindung, die synthetische Zusammenfassung und denkende Vergleichung einer Anzahl längst bekannter Thatsachen, durch welche Darwin das „heilige Räthsel" der lebendigen Formenwelt löst. Die erste Rolle spielt dabei die Erwägung der Wechselbeziehungen, welche zwischen zwei allgemeinen Eigenschaften der Organismen bestehen, den Eigenschaften der Vererbung und der Anpassung. Lediglich durch Erwägung des Wechselverhältnisses zwischen diesen beiden Lebensthätigkeiten oder physiologischen Funktionen der Organismen, sowie ferner durch Erwägung der gegenseitigen Beziehungen, welche alle an einem und demselben Ort zusammenlebenden Thiere und Pflanzen nothwendig zu einander besitzen — lediglich durch Würdigung dieser einfachen Thatsachen, und durch die geistvolle Verbindung derselben ist es Darwin möglich geworden, in denselben die wirkenden Ursachen (causae efficientes) für die unendlich verwickelte Gestaltenwelt der organischen Natur zu finden.

Wir sind nun verpflichtet, diese Theorie auf jeden Fall anzunehmen und so lange zu behaupten, bis sich eine bessere findet, die es un-

ternimmt, die gleiche Fülle von Thatsachen ebenso einfach zu erklären. Bisher entbehrten wir einer solchen Theorie vollständig. Zwar war der Grundgedanke nicht neu, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenformen von einigen wenigen oder sogar von einer einzigen höchst einfachen Grundform abstammen müssen. Dieser Gedanke war längst ausgesprochen und zuerst von Lamarck [2]) im Anfang unseres Jahrhunderts bestimmt formulirt worden. Allein Lamarck sprach doch eigentlich bloß die Hypothese der gemeinsamen Abstammung aus, ohne sie durch Erläuterung der wirkenden Ursachen zu begründen. Und gerade in dem Nachweis dieser Ursachen liegt der außerordentliche Fortschritt, welchen Darwin über Lamarcks Theorie hinaus gethan hat. Er fand in den physiologischen Vererbungs- und Anpassungseigenschaften der organischen Materie die wahre Ursache jenes genealogischen Verhältnisses auf.

Die Theorie Darwins ist also nicht, wie es seine Gegner häufig darstellen, eine beliebige, aus der Luft gegriffene, bodenlose Hypothese. Es liegt nicht im Belieben der einzelnen Zoologen und Botaniker, ob sie dieselbe als erklärende Theorie annehmen wollen oder nicht. Vielmehr sind sie dazu gezwungen und verpflichtet nach dem allgemeinen, in den Naturwissenschaften überhaupt gültigen Grundsatze, daß wir zur Erklärung der Erscheinungen jede mit den wirklichen Thatsachen vereinbare, wenn auch nur schwach begründete Theorie so lange annehmen und beibehalten müssen, bis sie durch eine bessere ersetzt wird. Wenn wir dies nicht thun, so verzichten wir auf eine wissenschaftliche Erklärung der Erscheinungen, und das ist in der That der Standpunkt, den viele Biologen noch gegenwärtig einnehmen. Sie betrachten das ganze Gebiet der belebten Natur als ein vollkommenes Räthsel und halten die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten, die Erscheinungen ihrer Entwickelung und Verwandtschaft für ganz unerklärlich, für ein Wunder.

Diejenigen Gegner Darwins, welche nicht geradezu in dieser Weise auf eine biologische Erklärung verzichten wollen, pflegen freilich zu sagen: „Darwins Lehre von dem gemeinschaftlichen Ursprung der

verschiedenartigen Organismen ist nur eine Hypothese; wir stellen ihr eine andere entgegen, die Hypothese, daß die einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht durch Abstammung sich auseinander entwickelt haben, sondern daß sie unabhängig von einander durch ein noch unentdecktes Naturgesetz entstanden sind.“ So lange aber nicht gezeigt wird, wie diese Entstehung zu denken ist, und was das für ein „Naturgesetz“ ist, so lange nicht einmal wahrscheinliche Erklärungsgründe geltend gemacht werden können, welche für eine unabhängige Entstehung der Thier- und Pflanzenarten sprechen, so lange ist diese Gegenhypothese in der That keine Hypothese, sondern eine leere, nichtssagende Redensart. Auch verdient Darwins Theorie nicht den Namen einer Hypothese. Denn eine wissenschaftliche Hypothese ist eine Annahme, welche sich auf unbekannte, bisher noch nicht durch die sinnliche Erfahrung wahrgenommene Eigenschaften oder Bewegungserscheinungen der Naturkörper stützt. Darwins Lehre aber nimmt keine derartigen unbekannten Verhältnisse an; sie gründet sich auf längst anerkannte allgemeine Eigenschaften der Organismen, und es ist, wie bemerkt, die außerordentliche geistvolle, umfassende Verbindung einer Menge bisher vereinzelt dagestandener Erscheinungen, welche dieser Theorie ihren außerordentlich hohen inneren Werth gibt. Wir gelangen durch sie zum ersten Mal in die Lage, für die Gesammtheit aller uns bekannten morphologischen Erscheinungen in der Thier- und Pflanzenwelt eine bewirkende Ursache nachzuweisen; und zwar ist diese wahre Ursache immer eine und dieselbe, nämlich die Wechselwirkung der Anpassung und der Vererbung, also ein physiologisches, d. h. ein physikalisch-chemisches oder ein mechanisches Verhältniß. Aus diesen Gründen ist die Annahme der durch Darwin mechanisch begründeten Abstammungslehre für die gesammte Zoologie und Botanik eine zwingende und unabweisbare Nothwendigkeit.

Da nach meiner Ansicht also die unermeßliche Bedeutung von Darwins Lehre darin liegt, daß sie die bisher nicht erklärten organischen Formerscheinungen mechanisch erklärt, so ist es wohl nothwendig, hier gleich noch ein Wort über den vieldeutigen

Begriff der Erklärung einzuschalten. Es wird sehr häufig Darwins Theorie entgegengehalten, daß sie allerdings jene Erscheinungen durch die Vererbung und Anpassung vollkommen erkläre, daß dadurch aber nicht diese Eigenschaften der organischen Materie selbst erklärt werden, daß wir nicht zu den letzten Gründen gelangen. Dieser Einwurf ist ganz richtig; allein er gilt in gleicher Weise von allen Erscheinungen. Wir gelangen nirgends zu einer Erkenntniß der letzten Gründe. Bei Erklärung der einfachsten physikalischen oder chemischen Erscheinungen, z. B. bei dem Fallen eines Steins oder bei der Bildung einer chemischen Verbindung gelangen wir durch Auffindung und Feststellung der wirkenden Ursachen, z. B. der Schwerkraft oder der chemischen Verwandtschaft, zu anderen weiter zurückliegenden Erscheinungen, die an und für sich Räthsel sind. Es liegt das in der Beschänktheit oder Relativität unseres Erkenntnißvermögens. Wir dürfen niemals vergessen, daß die menschliche Erkenntnißfähigkeit allerdings absolut beschränkt ist und nur eine relative Ausdehnung besitzt. Sie ist zunächst schon beschränkt durch die Beschaffenheit unserer Sinne und unseres Gehirns.

Ursprünglich stammt alle Erkenntniß aus der sinnlichen Wahrnehmung. Man führt wohl dieser gegenüber die angeborene, a priori entstehende Erkenntniß des Menschen an; indessen werden Sie sehen, daß sich die sogenannte apriorische Erkenntniß durch Darwins Lehre nachweisen läßt als a posteriori erworbene, in ihren letzten Gründen durch die Erfahrungen bedingt. Erkenntnisse, welche ursprünglich auf rein empirischen Wahrnehmungen beruhen, also rein sinnliche Erfahrungen sind, welche aber dann eine Reihe von Generationen hindurch vererbt werden, treten bei der jüngsten Generation scheinbar als unabhängige, angeborene, apriorische auf. Von unseren uralten thierischen Voreltern sind alle sogenannten „Erkenntnisse a priori“ ursprünglich a posteriori gefaßt worden und erst durch Vererbung allmählich zu apriorischen geworden. Sie beruhen in letzter Instanz auf Erfahrungen, und wir können durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bestimmt nachweisen, daß in der Art, wie es gewöhnlich

geschieht, Erkenntnisse a priori den Erkenntnissen a posteriori nicht entgegen zu stellen sind. Vielmehr ist die sinnliche Erfahrung die ursprüngliche Quelle aller Erkenntnisse. Schon aus diesem Grunde ist alle unsere Wissenschaft nur beschränkt, und niemals vermögen wir die letzten Gründe irgend einer Erscheinung zu erfassen. Die Schwerkraft und die chemische Verwandtschaft bleiben uns, an und für sich, eben so unbegreiflich, wie die Anpassung und die Vererbung.

Wenn uns nun die Theorie Darwins die Gesammtheit aller vorhin in einem kurzen Ueberblick zusammengefaßten Erscheinungen aus einem einzigen Gesichtspunkt erklärt, wenn sie eine und dieselbe Beschaffenheit des Organismus als die wirkende Ursache nachweist, so leistet sie vorläufig Alles, was wir verlangen können. Außerdem läßt sich aber auch mit gutem Grunde hoffen, daß wir die letzten Gründe, zu welchen Darwin gelangt, nämlich die Eigenschaften der Erblichkeit und der Anpassungsfähigkeit, noch weiter werden erklären lernen, und daß wir z. B. dahin gelangen werden, die Molekularverhältnisse in der Zusammensetzung der Eiweißstoffe als die weiter zurückliegenden, einfachen Gründe jener Erscheinungen aufzudecken. Freilich ist in der nächsten Zukunft hierzu noch keine Aussicht, und wir begnügen uns vorläufig mit jener Zurückführung, wie wir uns in der Newton'schen Theorie mit der Zurückführung der Planetenbewegungen auf die Schwerkraft begnügen. Die Schwerkraft selbst ist uns ebenfalls ein Räthsel, an sich nicht erkennbar.

Bevor wir nun an unsere Hauptaufgabe, an die eingehende Erörterung der Abstammungslehre und der aus ihr sich ergebenden Folgerungen herantreten, lassen Sie uns einen geschichtlichen Rückblick auf die wichtigsten und verbreitetsten von denjenigen Ansichten werfen, welche sich die Menschen vor Darwin über die organische Schöpfung, über die Entstehung der mannigfaltigen Thier- und Pflanzenarten gebildet hatten. Es liegt dabei keineswegs in meiner Absicht, Sie mit einem vergleichenden Ueberblick über alle die zahlreichen Schöpfungsdichtungen der verschiedenen Menschen-Arten, -Rassen und -Stämme zu unterhalten. So interessant und lohnend diese Aufgabe, sowohl in

ethnographischer als in culturhistorischer Beziehung, auch wäre, so würde uns dieselbe doch hier viel zu weit führen. Auch zeigt die übergroße Mehrzahl aller dieser Schöpfungssagen zu sehr das Gepräge willkürlicher Dichtung, und den Mangel eingehender Naturbetrachtung, als daß dieselben für eine naturwissenschaftliche Behandlung der Schöpfungsgeschichte von Interesse wären. Ich werde daher von den nicht wissenschaftlich begründeten Schöpfungsgeschichten bloß die mosaische hervorheben, wegen des beispiellosen Einflusses, den sie in der abendländischen Culturwelt gewonnen, und dann werde ich sogleich zu den wissenschaftlich formulirten Schöpfungshypothesen übergehen, welche erst nach Beginn des verflossenen Jahrhunderts, mit Linné, ihren Anfang nahmen.

Alle verschiedenen Vorstellungen, welche sich die Menschen jemals von der Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten gemacht haben, lassen sich füglich in zwei große, entgegengesetzte Gruppen bringen, in natürliche und übernatürliche Schöpfungsgeschichten.

Diese beiden Gruppen entsprechen im Großen und Ganzen den beiden verschiedenen Hauptformen der menschlichen Weltanschauung, welche wir vorher als monistische (einheitliche) und dualistische (zwiespältige) Naturauffassung gegenüber gestellt haben. Die gewöhnliche dualistische oder teleologische (vitale) Weltanschauung muß die organische Natur als das zweckmäßig ausgeführte Product eines planvoll wirkenden Schöpfers ansehen. Sie muß in jeder einzelnen Thier- und Pflanzenart einen „verkörperten Schöpfungsgedanken" erblicken, den materiellen Ausdruck einer zweckmäßig thätigen Endursache oder einer zweckthätigen Ursache (causa finalis). Sie muß nothwendig übernatürliche (nicht mechanische) Vorgänge für die Entstehung der Organismen in Anspruch nehmen. Wir dürfen sie daher mit Recht als übernatürliche Schöpfungsgeschichte bezeichnen. Von allen hierher gehörigen teleologischen Schöpfungsgeschichten gewann diejenige des Moses sich den größten Einfluß, da sie durch so bedeutende Naturforscher, wie Linné, selbst in der Naturwissenschaft allgemeinen Eingang fand. Auch die Schöpfungsansichten von Cu-

vier und Agassiz, und überhaupt von der großen Mehrzahl der Naturforscher sowohl als der Laien gehören in diese Gruppe.

Die von Darwin ausgebildete Entwickelungstheorie dagegen, welche wir hier als natürliche Schöpfungsgeschichte zu behandeln haben, und welche bereits von Goethe und Lamarck aufgestellt wurde, muß, wenn sie folgerichtig durchgeführt wird, schließlich nothwendig zu der monistischen oder mechanischen (causalen) Weltanschauung hinführen. Im Gegensatz zu jener dualistischen oder teleologischen Naturauffassung betrachtet dieselbe die Formen der organischen Naturkörper, ebenso wie diejenigen der anorganischen, als die nothwendigen Produkte natürlicher Kräfte. Sie erblickt in den einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht verkörperte Gedanken des persönlichen Schöpfers, sondern den zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwickelungsganges der Materie, den Ausdruck einer nothwendig wirkenden Ursache oder einer mechanischen Ursache (causa efficiens). Sie braucht also niemals übernatürliche und daher für uns unbegreifliche Eingriffe des Schöpfers in den natürlichen Gang der Dinge zu Hülfe zu rufen. Ihr gehört die Zukunft.

Lassen Sie uns nun zunächst einen Blick auf die wichtigste von allen übernatürlichen Schöpfungsgeschichten werfen, diejenige des Moses, wie sie uns durch die alte Geschichts- und Gesetzesurkunde des jüdischen Volkes, durch die Bibel, überliefert worden ist. Bekanntlich ist die mosaische Schöpfungsgeschichte, wie sie im ersten Capitel der Genesis den Eingang zum alten Testament bildet, in der ganzen jüdischen und christlichen Kulturwelt bis auf den heutigen Tag in allgemeiner Geltung geblieben. Dieser außerordentliche Erfolg erklärt sich nicht allein aus der engen Verbindung derselben mit den jüdischen und christlichen Glaubenslehren, sondern auch aus dem wahrhaft großartigen, einfachen und natürlichen Ideengang, welcher dieselbe durchzieht, und welcher vortheilhaft gegen die bunte Schöpfungsmythologie der meisten anderen Völker des Alterthums absticht. Zuerst schafft Gott der Herr die Erde als anorganischen Weltkörper. Dann scheidet er Licht und Finsterniß, darauf Wasser und Festland.

Nun erst ist die Erde für Organismen bewohnbar geworden und es werden zunächst die Pflanzen, später erst die Thiere erschaffen, und zwar von den letzteren zuerst die Bewohner des Wassers und der Luft, später erst die Bewohner des Festlands. Endlich zuletzt von allen Organismen schafft Gott den Menschen, sich selbst zum Ebenbilde und zum Beherrscher der Erde.

Zwei große und wichtige Grundgedanken der natürlichen Entwickelungstheorie treten uns in dieser Schöpfungshypothese des Moses mit überraschender Klarheit und Einfachheit entgegen, der Gedanke der Sonderung oder Differenzirung, und der Gedanke der fortschreitenden Entwickelung oder Vervollkommnung. Obwohl Moses diese großen Gesetze der organischen Entwickelung, die wir später als nothwendige Folgerungen der Abstammungslehre nachweisen werden, als die unmittelbare Bildungsthätigkeit eines gestaltenden Schöpfers ansieht, liegt doch darin der erhabnere Gedanke einer fortschreitenden Entwickelung und Differenzirung der ursprünglich einfachen Materie verborgen. Wir können daher dem großartigen Naturverständniß des jüdischen Gesetzgebers und der einfach natürlichen Fassung seiner Schöpfungshypothese unsere gerechte und aufrichtige Bewunderung zollen, ohne darin gradezu eine göttliche Offenbarung zu erblicken. Daß sie dies nicht sein kann, geht einfach schon daraus hervor, daß darin zwei große Grundirrthümer behauptet werden, nämlich erstens der geocentrische Irrthum, daß die Erde der feste Mittelpunkt der ganzen Welt sei, um welchen sich Sonne, Mond und Sterne bewegen; und zweitens der anthropocentrische Irrthum, daß der Mensch das vorbedachte Endziel der irdischen Schöpfung sei, für dessen Dienst die ganze übrige Natur nur geschaffen sei. Der erstere Irrthum wurde durch Kopernikus' Weltsystem im Beginn des sechszehnten, der letztere durch Lamarck's Abstammungslehre im Beginn des neunzehnten Jahrhunderts vernichtet.

Trotzdem durch Kopernikus bereits der geocentrische Irrthum der mosaischen Schöpfungsgeschichte nachgewiesen und damit die Autorität derselben als einer absolut vollkommenen göttlichen Of-

fenbarung aufgehoben wurde, erhielt sich dieselbe dennoch bis auf den heutigen Tag in solchem Ansehen, daß sie in weiten Kreisen das Haupthinderniß für die Annahme einer natürlichen Entwickelungstheorie bildet. Bekanntlich haben selbst viele Naturforscher noch in unserem Jahrhundert versucht, dieselbe mit den Ergebnissen der neueren Naturwissenschaft, insbesondere der Geologie, in Einklang zu bringen, und z. B. die sieben Schöpfungstage des Moses als sieben große geologische Perioden gedeutet. Indessen sind alle diese künstlichen Deutungsversuche so vollkommen verfehlt, daß sie hier keiner Widerlegung bedürfen. Die Bibel ist kein naturwissenschaftliches Werk, sondern eine Geschichts-, Gesetzes- und Religionsurkunde des jüdischen Volkes, deren außerordentlich hoher Werth dadurch nicht geschmälert wird, daß sie in allen naturwissenschaftlichen Fragen ohne maßgebende Bedeutung und voll von Irrthümern ist.

Wir können nun einen großen Sprung von mehr als drei Jahrtausenden machen, von Moses, welcher ungefähr um das Jahr 1480 vor Christus starb, bis auf Linné, welcher 1707 nach Christus geboren wurde. Während dieses ganzen Zeitraums wurde keine Schöpfungsgeschichte aufgestellt, welche eine bleibende Bedeutung gewann, oder deren nähere Betrachtung an diesem Orte von Interesse wäre. Insbesondere während der letzten 1500 Jahre, als das Christenthum die Weltherrschaft gewann, blieb die mit dessen Glaubenslehren verknüpfte mosaische Schöpfungsgeschichte so allgemein herrschend, daß erst das neunzehnte Jahrhundert sich entschieden dagegen aufzulehnen wagte. Selbst der große schwedische Naturforscher Linné, der Begründer der neueren Naturgeschichte, schloß sich in seinem Natursystem auf das Engste an die Schöpfungsgeschichte des Moses an.

Der außerordentliche Fortschritt, welchen Karl Linné in den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften that, besteht bekanntlich in der Aufstellung eines Systems der Thier- und Pflanzenarten, welches er in so folgerichtiger und logisch vollendeter Form durchführte, daß es bis auf den heutigen Tag in vielen Beziehungen die Richtschnur für alle folgenden, mit den Formen der Thiere und Pflan-

zen sich beschäftigenden Naturforscher geblieben ist. Obgleich das System Linné's ein künstliches war, obgleich er für die Klassifikation der Thier- und Pflanzenarten nur einzelne Theile als Eintheilungsgrundlagen hervorsuchte und anwendete, hat dennoch dieses System sich den größten Erfolg errungen, erstens durch seine konsequente Durchführung, und zweitens durch seine ungemein wichtig gewordene Benennungsweise der Naturkörper, auf welche wir hier nothwendig sogleich einen Blick werfen müssen. Nachdem man nämlich vor Linné sich vergeblich abgemüht hatte, in das unendliche Chaos der schon damals bekannten verschiedenen Thier- und Pflanzenformen durch irgend eine passende Namengebung und Zusammenstellung Licht zu bringen, gelang es Linné durch Aufstellung der sogenannten „binären Nomenklatur" mit einem glücklichen Griff diese wichtige und schwierige Aufgabe zu lösen. Die binäre Nomenklatur oder die zweifache Benennung, wie sie Linné zuerst aufstellte, wird noch heutigen Tages ganz allgemein von allen Zoologen und Botanikern angewendet und wird sich unzweifelhaft sehr lange noch in gleicher Geltung erhalten. Sie besteht darin, daß jede Thier- und Pflanzenart mit zwei Namen bezeichnet wird, welche sich ähnlich verhalten, wie Tauf- und Familiennamen der menschlichen Individuen. Der besondere Name, welcher dem menschlichen Taufnamen entspricht, und welcher den Begriff der Art (Species) ausdrückt, dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller thierischen oder pflanzlichen Einzelwesen, welche in allen wesentlichen Formeigenschaften sich gleich sind, und sich nur durch ganz untergeordnete Merkmale unterscheiden. Der allgemeinere Name dagegen, welcher dem menschlichen Familiennamen entspricht, und welcher den Begriff der Gattung (Genus) ausdrückt, dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller nächst ähnlichen Arten oder Species. Der allgemeinere, umfassende Genusname wird nach Linné's allgemein gültiger Benennungsweise vorangesetzt; der besondere, untergeordnete Speciesname folgt ihm nach. So z. B. heißt die Hauskatze Felis domestica, die wilde Katze Felis catus, der Panther Felis pardus, der Jaguar Felis onca, der Tiger Felis tigris, der

Löwe Felis leo; alle sechs Raubthierarten sind verschiedene Species eines und desselben Genus: Felis. Oder, um ein Beispiel aus der Pflanzenwelt hinzuzufügen, so heißt nach Linné's Benennung die Fichte Pinus abies, die Tanne Pinus picea, die Lärche Pinus larix, die Pinie Pinus pinea, die Zirbelkiefer Pinus cembra, das Knieholz Pinus mughus, die gewöhnliche Kiefer Pinus silvestris; alle sieben Nadelholzarten sind verschiedene Species eines und desselben Genus: Pinus.

Vielleicht scheint Ihnen dieser von Linné herbeigeführte Fortschritt in der praktischen Unterscheidung und Benennung der vielgestaltigen Organismen nur von untergeordneter Wichtigkeit zu sein. Allein in Wirklichkeit war er von der allergrößten Bedeutung, und zwar sowohl in praktischer als in theoretischer Beziehung. Denn es wurde nun erst möglich, die Unmasse der verschiedenartigen organischen Formen nach dem größeren oder geringeren Grade ihrer Aehnlichkeit zusammenzustellen und übersichtlich in das Fachwerk des Systems zu ordnen. Die Registratur dieses Fachwerks machte Linné dadurch noch übersichtlicher, daß er die nächstähnlichen Gattungen (Genera) in sogenannte Ordnungen (Ordines) zusammenstellte, und daß er die nächstähnlichen Ordnungen in noch umfassenderen Hauptabtheilungen, den Klassen (Classes) vereinigte. Es zerfiel also zunächst jedes der beiden organischen Reiche nach Linné in eine geringe Anzahl von Klassen; das Pflanzenreich in 24 Klassen, das Thierreich in 6 Klassen. Jede Klasse enthielt wieder mehrere Ordnungen. Jede einzelne Ordnung konnte eine Mehrzahl von Gattungen und jede einzelne Gattung wiederum mehrere Arten enthalten.

Nicht minder bedeutend aber, als der unschätzbare praktische Nutzen, welcher Linné's binäre Nomenclatur sofort für eine übersichtliche systematische Unterscheidung, Benennung, Anordnung und Eintheilung der organischen Formenwelt hatte, war der unberechenbare theoretische Einfluß, welchen dieselbe alsbald auf die gesammte allgemeine Beurtheilung der organischen Formen, und ganz besonders auf die Schöpfungsgeschichte gewann. Noch heute drehen sich alle

die wichtigen Grundfragen, welche wir vorher kurz erörterten, zuletzt um die Entscheidung der scheinbar sehr abgelegenen und unwichtigen Vorfrage, was denn eigentlich die Art oder Species ist? Noch heute kann der Begriff der organischen Species als der Angelpunkt der ganzen Schöpfungsfrage bezeichnet werden, als der streitige Mittelpunkt, um dessen verschiedene Auffassung sich alle Darwinisten und Antidarwinisten herumschlagen.

Nach der Meinung Darwins und seiner Anhänger sind die verschiedenen Species einer und derselben Gattung von Thieren und Pflanzen weiter nichts, als verschiedenartig entwickelte Abkömmlinge einer und derselben ursprünglichen Stammform. Die verschiedenen vorhin genannten Nadelholzarten würden demnach von einer einzigen ursprünglichen Pinusform abstammen. Ebenso würden alle oben angeführten Katzenarten aus einer einzigen gemeinsamen Felisform ihren Ursprung ableiten, dem Stammvater der ganzen Gattung. Weiterhin müßten dann aber, der Abstammungslehre entsprechend, auch alle verschiedenen Gattungen einer und derselben Ordnung von einer einzigen gemeinschaftlichen Urform abstammen, und ebenso endlich alle Ordnungen einer Klasse von einer einzigen Stammform.

Nach der entgegengesetzten Vorstellung der Gegner Darwins sind dagegen alle Thier- uud Pflanzenspezies ganz unabhängig von einander, und nur die Einzelwesen oder Individuen einer jeden Species stammen von einer einzigen gemeinsamen Stammform ab. Fragen wir sie nun aber, wie sie sich denn diese ursprünglichen Stammformen der einzelnen Arten entstanden denken, so antworten sie uns mit einem Sprung in das Unbegreifliche: „sie sind als solche geschaffen worden."

Linné selbst bestimmte den Begriff der Species bereits in dieser Weise, indem er sagte: „Es gibt soviel verschiedene Arten, als im Anfang verschiedene Formen von dem unendlichen Wesen erschaffen worden sind." („Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens.") Er schloß sich also in dieser Beziehung aufs Engste an die mosaische Schöpfungsgeschichte an,

welche ja ebenfalls die Pflanzen und Thiere „ein jegliches nach seiner Art" erschaffen werden läßt. Näher hierauf eingehend, meinte Linné, daß ursprünglich von jeder Thier- und Pflanzenart entweder ein einzelnes Individuum oder ein Pärchen geschaffen worden sei; und zwar ein Pärchen, oder wie Moses sagt: „ein Männlein und ein Fräulein" von jenen Arten, welche getrennte Geschlechter haben; für jene Arten dagegen, bei welchen jedes Individuum beiderlei Geschlechtsorgane in sich vereinigt (Hermaphroditen oder Zwitter), wie z. B. die Regenwürmer, die Garten- und Weinbergsschnecken, sowie die große Mehrzahl der Gewächse, meinte Linné, sei es hinreichend, wenn ein einzelnes Individuum erschaffen worden sei. Linné schloß sich weiterhin an die mosaische Legende auch in Betreff der Sündfluth an, indem er annahm, daß bei dieser großen allgemeinen Ueberschwemmung alle vorhandenen Organismen ertränkt worden seien, bis auf jene wenigen Individuen von jeder Art (sieben Paar von den Vögeln und von dem reinen Vieh, ein Paar von dem unreinen Vieh), welche in der Arche Noah gerettet und nach beendigter Sündfluth auf dem Ararat an das Land gesetzt wurden. Die geographische Schwierigkeit des Zusammenlebens der verschiedensten Thiere und Pflanzen suchte er sich dadurch zu erklären: der Ararat in Armenien, in einem warmen Klima gelegen, und bis über 16,000 Fuß Höhe aufsteigend, vereinigt in sich die Bedingungen für den zeitweiligen gemeinsamen Aufenthalt auch solcher Thiere, die in verschiedenen Zonen leben. Es konnten zunächst also die an das Polarklima gewöhnten Thiere auf den kalten Gebirgsrücken hinaufklettern, die an das warme Klima gewöhnten an den Fuß hinabgehen, und die Bewohner der gemäßigten Zone in der Mitte der Berghöhe sich aufhalten. Von hier aus war die Möglichkeit gegeben, sich über die Erde nach Norden und Süden zu verbreiten.

Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, daß diese Schöpfungshypothese Linné's, welche sich offenbar möglichst eng an den herrschenden Bibelglauben anzuschließen suchte, keiner ernstlichen Widerlegung bedarf. Wenn man die sonstige Klarheit des scharfsinnigen

Linné erwägt, darf man vielleicht zweifeln, daß er selbst daran glaubte. Was die gleichzeitige Abstammung aller Individuen einer jeden Species von je einem Elternpaare (oder bei den hermaphroditischen Arten von je einem Stammzwitter) betrifft, so ist sie offenbar ganz unhaltbar, denn abgesehen von anderen Gründen, würden schon in den ersten Tagen nach geschehener Schöpfung die wenigen Raubthiere ausgereicht haben, sämmtlichen Pflanzenfressern den Garaus zu machen, wie die pflanzenfressenden Thiere die wenigen Individuen der verschiedenen Pflanzenarten hätten zerstören müssen. Ein solches Gleichgewicht in der Oekonomie der Natur, wie es gegenwärtig existirt, konnte unmöglich stattfinden, wenn von jeder Art nur ein Individuum oder nur ein Paar ursprünglich und gleichzeitig geschaffen wurde.

Wie wenig übrigens Linné auf diese unhaltbare Schöpfungshypothese Gewicht legte, geht unter Anderen daraus hervor, daß er die Bastardzeugung (Hybridismus) als eine Quelle der Entstehung neuer Arten anerkannte. Er nahm an, daß eine große Anzahl von selbstständigen neuen Species auf diesem Wege, durch geschlechtliche Vermischung zweier verschiedener Species, entstanden sei. In der That kommen solche Bastarde (Hybridae) durchaus nicht selten in der Natur vor, und es ist jetzt erwiesen, daß eine große Anzahl von Arten z. B. aus den Gattungen der Brombeere (Rubus), des Wollkrauts (Verbascum), der Weide (Salix), der Distel (Cirsium) Bastarde von verschiedenen Arten dieser Gattungen sind. Ebenso kennen wir Bastarde von Hasen und Kaninchen (zwei Species der Gattung Lepus), ferner Bastarde verschiedener Arten der Hundegattung (Canis) ꝛc., welche sich als selbstständige Arten fortzupflanzen im Stande sind.

Es ist gewiß sehr bemerkenswerth, daß Linné bereits die physiologische (also mechanische) Entstehung von neuen Species auf diesem Wege der Bastardzeugung behauptete. Offenbar steht dieselbe in unvereinbarem Gegensatz mit der übernatürlichen Entstehung der anderen Species durch Schöpfung, welche er der mosaischen Schöpfungsgeschichte gemäß annahm. Die eine Abtheilung der Species

würde demnach durch dualistische (teleologische) Schöpfung, die andere durch monistische (mechanische) Entwickelung entstanden sein.

Das große und wohlverdiente Ansehen, welches sich Linné durch seine systematische Klassifikation und durch seine übrigen Verdienste um die Biologie erworben hatte, war offenbar die Ursache, daß auch seine Schöpfungsansichten das ganze vorige Jahrhundert hindurch unangefochten in voller und ganz allgemeiner Geltung blieben. Wenn nicht die ganze systematische Zoologie und Botanik die von Linné eingeführte Unterscheidung, Klassifikation und Benennung der Arten, und den damit verbundenen dogmatischen Speciesbegriff mehr oder minder unverändert beibehalten hätte, würde man nicht begreifen, daß seine Vorstellung von einer selbstständigen Schöpfung der einzelnen Species selbst bis auf den heutigen Tag ihre Herrschaft behaupten konnte. Nur durch die große Autorität Linné's war die Erhaltung seiner Schöpfungshypothese bis auf unsere Zeit möglich.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz.

Allgemeine theoretische Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterschied in der theoretischen und praktischen Bestimmung des Artbegriffs. Cuviers Definition der Species. Cuviers Verdienste als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterscheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuviers Verdienste um die Paläontologie. Seine Hypothese von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieselben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Ursachen dieser Revolutionen und der darauf folgenden Neuschöpfungen. Teleologisches Natursystem von Agassiz. Seine Vorstellungen vom Schöpfungsplane und dessen sechs Kategorien (Gruppenstufen des Systems). Agassiz' Ansichten von der Erschaffung der Species. Grobe Vermenschlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypothese von Agassiz. Innere Unhaltbarkeit derselben und Widersprüche mit den von Agassiz entdeckten wichtigen paläontologischen Gesetzen.

Meine Herren! Der entscheidende Schwerpunkt in dem Meinungskampf, der von den Naturforschern über die Entstehung der Organismen, über ihre Schöpfung oder Entwickelung geführt wird, liegt in den Vorstellungen, welche man sich von dem Wesen der Art oder Species macht. Entweder hält man mit Linné die verschiedenen Arten für selbstständige, von einander unabhängige Schöpfungsformen, oder man nimmt mit Darwin deren Blutsverwandschaft an. Wenn man Linné's Ansicht theilt (welche wir in dem letzten

Vortrag auseinandersetzten), daß die verschiedenen organischen Species unabhängig von einander entstanden sind, daß sie keine Blutsverwandtschaft haben, so ist man zu der Annahme gezwungen, daß dieselben selbstständig erschaffen sind; man muß entweder für jedes einzelne organische Individuum einen besonderen Schöpfungsakt annehmen (wozu sich wohl kein Naturforscher entschließen wird), oder man muß alle Individuen einer jeden Art von einem einzigen Individuum oder von einem einzigen Stammpaare ableiten, welches nicht auf natürlichem Wege entstanden, sondern durch den Machtspruch eines Schöpfers in das Dasein gerufen ist. Wenn man dagegen mit Darwin die Formenähnlichkeit der verschiedenen Arten auf wirkliche Blutsverwandtschaft bezieht, so muß man alle verschiedenen Species der Thier- und Pflanzenwelt als veränderte Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen, höchst einfachen, ursprünglichen Stammformen betrachten. Durch diese Anschauung gewinnt das natürliche System der Organismen (die baumartig verzweigte Anordnung und Eintheilung derselben in Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten) die Bedeutung eines wirklichen Stammbaums, dessen Wurzel durch jene uralten längst verschwundenen Stammformen gebildet wird. Eine wirklich naturgemäße und folgerichtige Betrachtung der Organismen kann aber auch für diese einfachsten ursprünglichen Stammformen keinen übernatürlichen Schöpfungsakt annehmen, sondern nur eine Entstehung durch Urzeugung (Archigonie oder Generatio spontanea). Durch Darwins Ansicht von dem Wesen der Species gelangen wir daher zu einer natürlichen Entwickelungstheorie, durch Linné's Auffassung des Artbegriffs dagegen zu einem übernatürlichen Schöpfungsdogma.

Die meisten Naturforscher nach Linné, dessen große Verdienste um die unterscheidende und beschreibende Naturwissenschaft ihm das höchste Ansehen gewannen, traten in seine Fußtapfen, und ohne weiter über die Entstehung der Organisation nachzudenken, nahmen sie in dem Sinne Linné's eine selbstständige Schöpfung der einzelnen Arten an, in Uebereinstimmung mit dem mosaischen Schö-

pfungsbericht. Die Grundlage ihrer Speciesauffassung bildete Linné's Ausspruch: „Es gibt so viele Arten, als ursprünglich verschiedene Formen erschaffen worden sind." Jedoch müssen wir hier, ohne näher auf die Begriffsbestimmung der Species einzugehen, sogleich bemerken, daß alle Zoologen und Botaniker in der systematischen Praxis, bei der praktischen Unterscheidung und Benennung der Thier- und Pflanzenarten, sich nicht im Geringsten um jene angenommene Schöpfung ihrer elterlichen Stammformen kümmerten, und auch wirklich nicht kümmern konnten. Denn natürlich waren sie niemals in der Lage, die Abstammung aller zu einer Art gehörigen Individuen von jener gemeinsamen, ursprünglich erschaffenen Stammform der Art nachweisen zu können. Vielmehr bedienten sich sowohl die Zoologen als die Botaniker in ihrer systematischen Praxis ausschließlich der Formähnlichkeit, um die verschiedenen Arten zu unterscheiden und zu benennen. Sie stellten in eine Art oder Species alle organischen Einzelwesen, die einander in der Formbildung sehr ähnlich oder fast gleich waren, und die sich nur durch sehr unbedeutende Formunterschiede von einander trennen ließen. Dagegen betrachteten sie als verschiedene Arten diejenigen Individuen, welche wesentlichere oder auffallendere Unterschiede in ihrer Körpergestaltung darboten. Natürlich war aber damit der größten Willkür in der systematischen Artunterscheidung Thür und Thor geöffnet. Denn da niemals alle Individuen einer Species in allen Stücken völlig gleich sind, vielmehr jede Art mehr oder weniger abändert (variirt), so vermochte Niemand zu sagen, welcher Grad der Abänderung eine wirkliche „gute Art", welcher Grad bloß eine Spielart oder Rasse (Varietät) bezeichne.

Nothwendig mußte diese dogmatische Auffassung des Speciesbegriffs und die damit verbundene Willkür zu den unlösbarsten Widersprüchen und zu den unhaltbarsten Annahmen führen. Dies zeigt sich deutlich schon bei demjenigen Naturforscher, welcher nächst Linné den größten Einfluß auf die Ausbildung der Thierkunde gewann, bei dem berühmten Cuvier (geb. 1769). Er schloß sich in seiner Auffassung und Bestimmung des Speciesbegriffs im Ganzen an Linné

an, und theilte seine Vorstellung von einer unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten. Die Unveränderlichkeit derselben hielt Cuvier für so wichtig, daß er sich bis zu dem thörichten Ausspruche verstieg: „die Beständigkeit der Species ist eine nothwendige Bedingung für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte.“ Da Linné's Definition der Species ihm nicht genügte, machte er den Versuch, eine genauere und für die systematische Praxis mehr verwerthbare Begriffsbestimmung derselben zu geben, und zwar in folgender Definition: „Zu einer Art gehören alle diejenigen Individuen der Thiere oder Pflanzen, welche entweder von einander oder von gemeinsamen Stammeltern bewiesenermaßen abstammen, oder welche diesen so ähnlich sind, als die letzteren unter sich.“

Cuvier dachte sich also in dieser Beziehung Folgendes: „Bei denjenigen organischen Individuen, von denen wir wissen, sie stammen von einer und derselben Elternform ab, bei denen also ihre gemeinsame Abstammung empirisch erwiesen ist, leidet es keinen Zweifel, daß sie zu einer Art gehören, mögen dieselben nun wenig oder viel von einander abweichen, mögen sie fast gleich oder sehr ungleich sein. Ebenso gehören dann aber zu dieser Art auch alle diejenigen Individuen, welche von den letzteren (den aus gemeinsamem Stamm empirisch abgeleiteten) nicht mehr verschieden sind, als diese unter sich von einander abweichen. Bei näherer Betrachtung dieser Speciesdefinition Cuviers zeigt sich sofort, daß dieselbe weder theoretisch befriedigend, noch praktisch anwendbar ist. Cuvier fing mit dieser Definition bereits an, sich in dem Kreise herum zu drehen, in welchem fast alle folgenden Definitionen der Species im Sinne ihrer Unveränderlichkeit sich bewegt haben.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, welche George Cuvier für die organische Naturwissenschaft gewonnen hat, angesichts der fast unbeschränkten Alleinherrschaft, welche seine Ansichten während der ersten Hälfte unsers Jahrhunderts in der Thierkunde ausübten, erscheint es an dieser Stelle angemessen, seinen Einfluß noch etwas näher zu beleuchten. Es ist dies um so nöthiger, als wir in Cuvier

den bedeutendsten Gegner der Abstammungslehre und der durch sie begründeten einheitlichen (monistischen) Naturauffassung zu bekämpfen haben.

Unter den vielen und großen Verdiensten Cuviers stehen obenan diejenigen, welche er sich als Gründer der vergleichenden Anatomie erwarb. Während Linné die Unterscheidung der Arten, Gattungen, Ordnungen und Klassen meistens auf äußere Charaktere, auf einzelne, leicht auffindbare Merkmale in der Zahl, Größe, Lage und Gestalt einzelner organischer Theile des Körpers gründete, drang Cuvier viel tiefer in das Wesen der Organisation ein. Er wies große und durchgreifende Verschiedenheiten in dem inneren Bau der Thiere als die wesentliche Grundlage einer wissenschaftlichen Erkenntniß und Klassifikation derselben nach. Er unterschied natürliche Familien im Thierreich, und er gründete auf deren vergleichende Anatomie sein natürliches System des Thierreichs.

Der Fortschritt von dem künstlichen System Linné's zu dem natürlichen System Cuviers war außerordentlich bedeutend. Linné hatte sämmtliche Thiere in eine einzige Reihe geordnet, welche er in sechs Klassen eintheilte, zwei wirbellose und vier Wirbelthierklassen. Er unterschied dieselben künstlich nach der Beschaffenheit des Blutes und des Herzens. Cuvier dagegen zeigte, daß man im Thierreich vier große natürliche Hauptabtheilungen unterscheiden müsse, welche er Hauptformen oder Generalpläne oder Zweige des Thierreichs (Embranchements) nannte, nämlich 1) die Wirbelthiere (Vertebrata), 2) die Gliederthiere (Articulata), 3) die Weichthiere (Mollusca), und 4) die Strahlthiere (Radiata). Er wies ferner nach, daß in jedem dieser vier Zweige ein eigenthümlicher Bauplan oder Typus erkennbar sei, welcher diesen Zweig von jedem der drei andern Zweige unterscheidet. Bei den Wirbelthieren ist derselbe durch die Beschaffenheit des Skelets oder Knochengerüstes, sowie durch den Bau und die Lage des Rückenmarks, abgesehen von vielen anderen Eigenthümlichkeiten, bestimmt ausgedrückt. Die Gliederthiere werden durch ihr Bauchmark und ihr Rückenherz charakterisirt. Für die Weichthiere ist

die sackartige, ungegliederte Körperform bezeichnend. Die Strahlthiere endlich unterscheiden sich von den drei anderen Hauptformen durch die Zusammensetzung ihres Körpers aus vier oder mehreren, strahlenförmig in einem gemeinsamen Mittelkörper vereinigten Hauptabschnitten (Antimeren).

Man pflegt gewöhnlich die Unterscheidung dieser vier thierischen Hauptformen, welche ungemein fruchtbar für die weitere Entwickelung der Zoologie wurde, Cuvier allein zuzuschreiben. Indessen wurde derselbe Gedanke fast gleichzeitig, und unabhängig von Cuvier, von einem der größten, noch lebenden Naturforscher ausgesprochen, von Bär, welcher um die Entwickelungsgeschichte der Thiere sich die hervorragendsten Verdienste erwarb. Bär zeigte, daß man auch in der Entwickelungsweise der Thiere vier verschiedene Hauptformen oder Typen unterscheiden müsse. Diese entsprechen den vier thierischen Bauplänen, welche Cuvier auf Grund der vergleichenden Anatomie unterschieden hatte. So z. B. stimmt die individuelle Entwickelung aller Wirbelthiere in ihren Grundzügen von Anfang an so sehr überein, daß man die Keimanlagen oder Embryonen der verschiedenen Wirbelthiere (z. B. der Reptilien, Vögel und Säugethiere) in der frühesten Zeit gar nicht unterscheiden kann. Erst im weiteren Verlaufe der Entwickelung treten allmählich die tieferen Formunterschiede auf, welche jene verschiedenen Klassen und deren Ordnungen von einander trennen. Ebenso ist die Körperanlage, welche sich bei der individuellen Entwickelung der Gliederthiere (Insekten, Spinnen, Krebse) ausbildet, von Anfang an bei allen Gliederthieren gleich, dagegen verschieden von derjenigen aller Wirbelthiere. Dasselbe gilt mit gewissen Einschränkungen von den Weichthieren und den Strahlthieren.

Weder Bär, welcher auf dem Wege der individuellen Entwickelungsgeschichte (oder Embryologie), noch Cuvier, welcher auf dem Wege der vergleichenden Anatomie zur Unterscheidung der vier thierischen Typen oder Hauptformen gelangte, erkannten die wahre Ursache dieses typischen Unterschiedes. Diese wird uns nur durch die Abstammungslehre enthüllt. Die wunderbare und wirklich überraschende

Aehnlichkeit in der inneren Organisation, in den anatomischen Strukturverhältnissen, und die noch merkwürdigere Uebereinstimmung in der embryonalen Entwickelung bei allen Thieren, welche zu einem und demselben Typus, z. B. zu dem Zweige der Wirbelthiere, gehören, erklärt sich in der einfachsten Weise durch die Annahme einer gemeinsamen Abstammung derselben von einer einzigen Stammform. Alle Wirbelthiere müssen von einer einzigen ursprünglichen Wirbelthierform nothwendig abstammen. Entschließt man sich nicht zu dieser Annahme, so bleibt jene typische und durchgreifende Uebereinstimmung der verschiedensten Wirbelthiere im inneren Bau und in der Entwickelungsweise vollkommen unerklärlich. Sie kann nur durch die Vererbung erklärt werden.

Nächst der vergleichenden Anatomie der Thiere, und der durch diese neu begründeten systematischen Zoologie, war es besonders die Versteinerungskunde oder Paläontologie, um welche sich Cuvier die größten Verdienste erwarb. Wir müssen dieser um so mehr gedenken, als gerade die paläontologischen und die damit verbundenen geologischen Ansichten Cuviers in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts sich fast allgemein im höchsten Ansehen erhielten, und der Entwickelung der natürlichen Schöpfungsgeschichte die größten Hindernisse entgegenstellten.

Die Versteinerungen oder Petrefakten, deren wissenschaftliche Kenntniß Cuvier im Anfange unseres Jahrhunderts im umfassendsten Maße förderte und für die Wirbelthiere ganz neu begründete, spielen in der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" eine der wichtigsten Rollen. Denn diese in versteinertem Zustande uns erhaltenen Reste und Abdrücke von ausgestorbenen Thieren und Pflanzen sind die wahren „Denkmünzen der Schöpfung", die untrüglichen und unanfechtbaren Urkunden, welche unsere wahrhaftige Geschichte der Organismen auf unerschütterlicher Grundlage feststellen. Alle versteinerten oder fossilen Reste und Abdrücke berichten uns von der Gestalt und dem Bau solcher Thiere und Pflanzen, welche entweder die Urahnen und die Voreltern der jetzt lebenden Organismen

sind, oder aber ausgestorbene Seitenlinien, die sich von einem gemeinsamen Stamm mit den jetzt lebenden Organismen abgezweigt haben. Diese unschätzbar werthvollen Urkunden der Schöpfungsgeschichte haben sehr lange Zeit hindurch eine höchst untergeordnete Rolle in der Wissenschaft gespielt. Obgleich bereits der große Naturforscher des Alterthums, Aristoteles, sowie viele Philosophen dieses klassischen Zeitraums, richtig die wahre Natur der Petrefakten, als wirklicher organischer Körperreste, beurtheilten, blieb dennoch während des Mittelalters allgemein, und bei vielen Naturforschern selbst noch im vorigen Jahrhundert, die Ansicht herrschend, daß die Versteinerungen sogenannte Naturspiele seien (Lusus naturae), oder Produkte einer unbekannten Bildungskraft der Natur, eines Gestaltungstriebes (Nisus formativus, Vis plastica). Ueber das Wesen und die Thätigkeit dieser räthselhaften und mystischen Bildungskraft machte man sich die abenteuerlichsten Vorstellungen. Einige glaubten, daß diese bildende Schöpfungskraft, dieselbe, der sie auch die Entstehung der lebenden Thier- und Pflanzenarten zuschrieben, zahlreiche Versuche gemacht habe, Organismen verschiedener Form zu schaffen; diese Versuche seien aber nur theilweise gelungen, häufig fehlgeschlagen, und solche mißglückte Versuche seien die Versteinerungen. Nach Anderen sollten die Petrefakten durch den Einfluß der Sterne im Inneren der Erde entstehen. Andere machten sich noch eine gröbere Vorstellung, daß nämlich der Schöpfer zunächst aus mineralischen Substanzen, z. B. aus Gyps oder Thon, vorläufige Modelle von denjenigen Pflanzen- und Thierformen gemacht habe, die er später in organischer Substanz ausführte, und denen er seinen lebendigen Odem einhauchte; die Petrefakten seien solche rohe, anorganische Modelle. Selbst noch im vorigen Jahrhundert waren solche rohe Ansichten verbreitet, und es wurde z. B. eine besondere „Samenluft" (Aura seminalis) angenommen, welche mit dem Wasser in die Erde dringe und durch Befruchtung der Gesteine die Petrefakten, das „Steinfleisch" (Caro fossilis) bilde.

Sie sehen, es dauerte gewaltig lange, ehe die einfache und naturgemäße Vorstellung zur Geltung gelangte, daß die Versteinerungen

wirklich nichts Anderes seien, als das, was schon der einfache Augenschein lehrt: die unverweslichen Ueberbleibsel von gestorbenen Organismen. Zwar wagte der berühmte Maler Leonardo da Vinci schon im fünfzehnten Jahrhundert zu behaupten, daß der aus dem Wasser beständig sich absetzende Schlamm die Ursache der Versteinerungen sei, indem er die auf dem Boden der Gewässer liegenden unverweslichen Kalkschalen der Muscheln und Schnecken umschließe, und allmählich zu festem Gestein erhärte. Das Gleiche behauptete auch im sechszehnten Jahrhundert ein Pariser Töpfer, Palissy, welcher sich durch seine Porzellanerfindung berühmt machte. Allein die sogenannten „Gelehrten von Fach" waren weit entfernt, diese wichtigen Aussprüche des einfachen gesunden Menschenverstandes zu würdigen, und erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts, während der Begründung der neptunistischen Geologie durch Werner, gewannen dieselben allgemeine Geltung.

Die Begründung der strengeren wissenschaftlichen Paläontologie fällt jedoch erst in den Anfang unseres Jahrhunderts, als Cuvier seine klassischen Untersuchungen über die versteinerten Wirbelthiere, und sein großer Gegner Lamarck seine bahnbrechenden Forschungen über die fossilen wirbellosen Thiere, namentlich die versteinerten Schnecken und Muscheln, veröffentlichte. In seinem unsterblichen Werke „über die fossilen Knochen" der Wirbelthiere, insbesondere der Säugethiere und Reptilien, gelangte Cuvier bereits zur Erkenntniß einiger sehr wichtigen und allgemeinen paläontologischen Gesetze, welche für die Schöpfungsgeschichte große Bedeutung gewannen. Dahin gehört vor Allen der Satz, daß die ausgestorbenen Thierarten, deren Ueberbleibsel wir in den verschiedenen, über einander liegenden Schichten der Erdrinde versteinert vorfinden, sich um so auffallender von den jetzt noch lebenden, verwandten Thierarten unterscheiden, je tiefer jene Erdschichten liegen, d. h. je früher die Thiere in der Vorzeit lebten. In der That findet man bei jedem senkrechten Durchschnitt der geschichteten Erdrinde, daß die verschiedenen, aus dem Wasser in bestimmter historischer Reihenfolge abgesetzten Erdschichten durch verschiedene

Petrefakten charakterisirt sind, und daß diese ausgestorbenen Organismen denjenigen der Gegenwart um so ähnlicher werden, je weiter wir in der Schichtenfolge aufwärts steigen, d. h. je jünger die Periode der Erdgeschichte war, in der sie lebten, starben, und von den abgelagerten und erhärtenden Schlammschichten umschlossen wurden.

So wichtig diese allgemeine Wahrnehmung Cuviers einerseits war, so wurde sie doch andrerseits für ihn die Quelle eines folgenschweren Irrthums. Denn indem er die charakteristischen Versteinerungen jeder einzelnen größeren Schichtengruppe, welche während eines Hauptabschnitts der Erdgeschichte abgelagert wurde, für gänzlich verschieden von denen der darüber und der darunter liegenden Schichtengruppe hielt, indem er irrthümlich glaubte, daß niemals eine und dieselbe Thierart in zwei aufeinander folgenden Schichtengruppen sich vorfinde, gelangte er zu der falschen Vorstellung, welche für die meisten nachfolgenden Naturforscher maßgebend wurde, daß eine Reihe von ganz verschiedenen Schöpfungsperioden aufeinander gefolgt sei, und daß jede Periode ihre ganz besondere Thier- und Pflanzenwelt, eine ihr eigenthümliche, specifische Fauna und Flora besessen habe. Er stellte sich vor, daß die ganze Geschichte der Erdrinde seit der Zeit, seit welcher überhaupt lebende Wesen auf der Erdrinde auftraten, in eine Anzahl vollkommen getrennter Perioden oder Hauptabschnitte zerfalle, und daß die einzelnen Perioden durch eigenthümliche Umwälzungen unbekannter Natur, sogenannte Revolutionen (Kataklysmen oder Katastrophen) von einander geschieden seien. Jede Revolution hatte zunächst die vollkommene Vernichtung der damals lebenden Thier- und Pflanzenwelt zur Folge, und nach ihrer Beendigung fand eine vollständig neue Schöpfung der organischen Formen statt. Eine neue Welt von Thieren und Pflanzen, durchweg specifisch verschieden von denen der vorhergehenden Geschichtsperiode, wurde mit einem Male in das Leben gerufen, und bevölkerte nun wieder eine Reihe von Jahrtausenden hindurch den Erdball, bis sie plötzlich durch den Eintritt einer neuen Revolution zu Grunde ging.

Von dem Wesen und den Ursachen dieser Revolutionen sagte Cu-

vier ausdrücklich, daß man sich keine Vorstellung darüber machen könne, und daß die jetzt wirksamen Kräfte der Natur zu einer Erklärung derselben nicht ausreichten. Als natürliche Kräfte oder mechanische Agentien, welche in der Gegenwart beständig, obwohl langsam, an einer Umgestaltung der Erdoberfläche arbeiten, führt Cuvier vier wirkende Ursachen auf: erstens den Regen, welcher die steilen Gebirgsabhänge abspült und Schutt an deren Fuß anhäuft; zweitens die fließenden Gewässer, welche diesen Schutt fortführen und als Schlamm im stehenden Wasser absetzen; drittens das Meer, dessen Brandung die steilen Küstenränder abnagt, und an flachen Küstensäumen Dünen aufwirft; und endlich viertens die Vulkane, welche die Schichten der erhärteten Erdrinde durchbrechen und in die Höhe heben, und welche ihre Auswurfsprodukte aufhäufen und umherstreuen. Während Cuvier die beständige langsame Umbildung der gegenwärtigen Erdoberfläche durch diese vier mächtigen Ursachen anerkennt, behauptet er gleichzeitig, daß dieselben nicht ausgereicht haben könnten, um die Erdrevolutionen der Vorzeit auszuführen, und daß man den anatomischen Bau der ganzen Erdrinde nicht durch die nothwendige Wirkung jener mechanischen Agentien erklären könne: vielmehr müßten jene wunderbaren, großen Umwälzungen der ganzen Erdoberfläche durch ganz eigenthümliche, uns gänzlich unbekannte Ursachen bewirkt worden sein; der gewöhnliche Entwickelungsfaden sei durch diese Revolutionen zerrissen, der Gang der Natur verändert.

Diese Ansichten legte Cuvier in einem besonderen, auch ins Deutsche übersetzten Buche nieder: „Ueber die Revolutionen der Erdoberfläche, und die Veränderungen, welche sie im Thierreich hervorgebracht haben". Sie erhielten sich lange Zeit hindurch in allgemeiner Geltung, und wurden das größte Hinderniß für die Entwickelung einer natürlichen Schöpfungsgeschichte. Denn wenn wirklich solche, Alles vernichtende Revolutionen existirt hatten, so war natürlich eine Continuität der Artenentwickelung, ein zusammenhängender Faden der organischen Erdgeschichte gar nicht anzunehmen, und man mußte dann seine Zuflucht zu der Wirksamkeit übernatürlicher Kräfte, zum

Eingriff von Wundern in den natürlichen Gang der Dinge nehmen. Nur durch Wunder konnten die Revolutionen der Erde herbeigeführt sein, und nur durch Wunder konnte nach deren Aufhören, am Anfange jeder neuen Periode, eine neue Thier- und Pflanzenwelt geschaffen sein. Für das Wunder hat aber die Naturwissenschaft nirgends einen Platz, sofern man unter Wunder einen Eingriff übernatürlicher Kräfte in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie versteht.

Ebenso wie die große Autorität, welche sich Linné durch die systematische Unterscheidung und Benennung der organischen Arten gewonnen hatte, bei seinen Nachfolgern zu einer völligen Verknöcherung des dogmatischen Speciesbegriffs, und zu einem wahren Mißbrauche der systematischen Artunterscheidung führte; ebenso wurden die großen Verdienste, welche sich Cuvier um Kenntniß und Unterscheidung der ausgestorbenen Arten erworben hatte, die Ursache einer allgemeinen Annahme seiner Revolutions- oder Kataklysmenlehre, und der damit verbundenen grundfalschen Schöpfungsansichten. In Folge dessen hielten während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts die meisten Zoologen und Botaniker an der Ansicht fest, daß eine Reihe unabhängiger Perioden der organischen Erdgeschichte existirt habe; jede Periode sei durch eine bestimmte, ihr ganz eigenthümliche Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten ausgezeichnet gewesen; diese sei am Ende der Periode durch eine allgemeine Revolution vernichtet, und nach dem Aufhören der letzteren wiederum eine neue, spezifisch verschiedene Thier- und Pflanzenwelt erschaffen worden. Zwar machten schon frühzeitig einzelne selbstständig denkende Köpfe, vor Allen der große Naturphilosoph Lamarck, eine Reihe von gewichtigen Gründen geltend, welche diese Kataklysmentheorie Cuviers widerlegten, und welche vielmehr auf eine einzige zusammenhängende und ununterbrochene Entwickelungsgeschichte der gesammten organischen Erdbevölkerung aller Zeiten hinwiesen. Sie behaupteten, daß die Thier- und Pflanzenarten der einzelnen Perioden von denen der nächst vorhergehenden Periode abstammen und nur die veränderten Nachkommen der ersteren seien. Indessen der großen Autorität Cuviers gegen-

über vermochte damals diese richtige Ansicht noch nicht durchzudringen. Ja selbst nachdem durch Lyells 1830 erschienene, classische Principien der Geologie die Kataklysmenlehre Cuviers aus dem Gebiete der Geologie gänzlich verdrängt worden war, blieb seine Ansicht von der specifischen Verschiedenheit der verschiedenen organischen Schöpfungen auf dem Gebiete der Paläontologie noch vielfach in Geltung. (Gen. Morph. II., 312.)

Durch einen seltsamen Zufall geschah es vor zehn Jahren, daß fast zu derselben Zeit, als Cuviers Schöpfungsgeschichte durch Darwins Werk ihren Todesstoß erhielt, ein anderer berühmter Naturforscher den Versuch unternahm, dieselbe von Neuem zu begründen, und in schroffster Form als Theil eines teleologisch-theologischen Natursystems durchzuführen. Der Schweizer Geologe Louis Agassiz nämlich, welcher durch seine Gletscher- und Eiszeittheorien einen so hohen Ruf erlangt hat, und welcher seit einer Reihe von Jahren in Nordamerika lebt, begann 1858 die Veröffentlichung eines höchst großartig angelegten Werks, welches den Titel führt: „Beiträge zur Naturgeschichte der vereinigten Staaten von Nordamerika"[5]). Der erste Band dieser Naturgeschichte, welche durch den Patriotismus der Nordamerikaner eine für ein so großes und kostspieliges Werk unerhörte Verbreitung erhielt, führt den Titel: „Ein Versuch über Klassifikation". Agassiz erläutert in diesem Versuche nicht allein das natürliche System der Organismen und die verschiedenen darauf abzielenden Klassifikationsversuche der Naturforscher, sondern auch alle allgemeinen biologischen Verhältnisse welche darauf Bezug haben. Die Entwickelungsgeschichte der Organismen, und zwar sowohl die embryologische als die paläontologische, ferner die allgemeinen Resultate der vergleichenden Anatomie, sodann die allgemeine Oekonomie der Natur, die geographische und topographische Verbreitung der Thiere und Pflanzen, kurz fast alle allgemeine Erscheinungsreihen der organischen Natur, kommen in dem Klassifikationsversuche von Agassiz zur Besprechung, und werden sämmtlich in einem Sinne und von einem Standpunkte aus erläutert, welcher demjenigen Darwins auf das Schroffste gegenübersteht. Wäh-

rend das Hauptverdienst Darwins darin besteht, natürliche Ursachen für die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten nachzuweisen, und somit die mechanische oder monistische Weltanschauung auch auf diesem schwierigsten Gebiete der Schöpfungsgeschichte geltend zu machen, ist Agassiz im Gegentheil überall bestrebt, jeden mechanischen Vorgang aus diesem ganzen Gebiete völlig auszuschließen und überall den übernatürlichen Eingriff eines persönlichen Schöpfers an die Stelle der natürlichen Kräfte der Materie zu setzen, mithin eine entschieden teleologische oder dualistische Weltanschauung zur Geltung zu bringen. Schon aus diesem Grunde werden Sie es gewiß angemessen finden, wenn ich hier auf die biologischen Ansichten von Agassiz, und insbesondere auf seine Schöpfungsvorstellungen etwas näher eingehe, um so mehr, als kein anderes Werk unserer Gegner jene wichtigen allgemeinen Grundfragen mit gleicher Ausführlichkeit behandelt, und als zugleich die völlige Unhaltbarkeit ihrer dualistischen Weltanschauung sich daraus auf das Klarste ergiebt.

Die organische Art oder Species, deren verschiedenartige Auffassung wir oben als den eigentlichen Angelpunkt der entgegengesetzten Schöpfungsansichten bezeichnet haben, wird von Agassiz, ebenso wie von Cuvier und Linné, als eine in allen wesentlichen Merkmalen unveränderliche Gestalt angesehen; zwar können die Arten innerhalb enger Grenzen abändern oder variiren, aber nur in unwesentlichen, niemals in wesentlichen Eigenthümlichkeiten. Niemals können aus den Abänderungen oder Varietäten einer Art wirkliche neue Species hervorgehen. Keine von allen organischen Arten stammt also jemals von einer anderen ab; vielmehr ist jede einzelne für sich von Gott geschaffen worden. Jede einzelne Thierart ist, wie sich Agassiz ausdrückt, ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes.

In schroffem Gegensatz zu der durch die paläontologische Erfahrung festgestellten Thatsache, daß die Zeitdauer der einzelnen organischen Arten eine höchst ungleiche ist, und daß manche Species unverändert durch mehrere auf einanderfolgende Perioden der Erdgeschichte hindurchgehen, während Andere nur einen kleinen Bruchtheil einer

solchen Periode durchlebten, behauptet Agassiz, daß niemals eine und dieselbe Species in zwei verschiedenen Perioden vorkomme, und daß vielmehr jede einzelne Periode durch eine ganz eigenthümliche, ihr ausschließlich angehörige Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten charakterisirt sei. Er theilt ferner Cuviers Ansicht, daß durch die großen und allgemeinen Revolutionen der Erdoberfläche, welche je zwei auf einander folgende Perioden trennten, jene ganze Bevölkerung vernichtet und nach deren Untergang eine neue, davon specifisch verschiedene geschaffen wurde. Diese Neuschöpfung läßt Agassiz in der Weise geschehen, daß jedesmal die gesammte Erdbevölkerung in ihrer durchschnittlichen Individuenzahl und in den der Oekonomie der Natur entsprechenden Wechselbeziehungen der einzelnen Arten vom Schöpfer als Ganzes plötzlich in die Welt gesetzt worden sei. Hiermit tritt er einem der bestbegründeten und wichtigsten Gesetze der Thier- und Pflanzengeographie entgegen, dem Gesetze nämlich, daß jede Species einen einzigen ursprünglichen Entstehungsort oder einen sogenannten Schöpfungsmittelpunkt besitzt, von dem aus sie sich über die übrige Erde allmählich verbreitet hat. Statt dessen läßt Agassiz jede Species an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche und sogleich in einer größeren Anzahl von Individuen geschaffen werden.

Das natürliche System der Organismen, dessen verschiedene über einander geordnete Gruppenstufen oder Kategorien, die Zweige, Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, wir der Abstammungslehre gemäß als verschiedene Aeste und Zweige des gemeinschaftlichen organischen Stammbaumes betrachten, ist nach Agassiz der unmittelbare Ausdruck des göttlichen Schöpfungsplanes, und indem der Naturforscher das natürliche System erforscht, denkt er die Schöpfungsgedanken Gottes nach. Hierin findet Agassiz den kräftigsten Beweis dafür, daß der Mensch das Ebenbild und Kind Gottes ist. Die verschiedenen Gruppenstufen oder Kategorien des natürlichen Systems entsprechen den verschiedenen Stufen der Ausbildung, welche der göttliche Schöpfungsplan erlangt hatte. Beim Entwurfe und bei der Ausführung dieses Planes vertiefte sich der Schöpfer, von all-

gemeinsten Schöpfungsideen ausgehend, immer mehr in die besonderen Einzelheiten. Was also z. B. das Thierreich betrifft, so hatte Gott bei dessen Schöpfung zunächst vier grundverschiedene Ideen vom Thierkörper, welche er in dem verschiedenen Bauplane der vier großen Hauptformen, Typen oder Zweige des Thierreichs verkörperte, in den Wirbelthieren, Gliederthieren, Weichthieren und Strahlthieren. Indem nun der Schöpfer darüber nachdachte, in welcher Art und Weise er diese vier verschiedenen Baupläne mannichfaltig ausführen könne, schuf er zunächst innerhalb jeder der vier Hauptformen mehrere verschiedene Klassen, z. B. in der Wirbelthierform die Klassen der Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische. Weiterhin vertiefte sich dann Gott in die einzelnen Klassen und brachte durch verschiedene Abstufungen im Bau jeder Klasse deren einzelne Ordnungen hervor. Durch weitere Variation der Ordnungsform erschuf er die natürlichen Familien. Indem der Schöpfer ferner in jeder Familie die letzten Structureigenthümlichkeiten einzelner Theile variirte, entstanden die Gattungen oder Genera. Endlich zuletzt ging Gott im weiteren Ausdenken seines Schöpfungsplanes so sehr ins Einzelne, daß die einzelnen Arten oder Species ins Leben traten. Diese sind also die verkörperten Schöpfungsgedanken der speciellsten Art. (Gen. Morph. II., 374.)

Sie sehen, der Schöpfer verfährt nach Agassiz' Vorstellung beim Hervorbringen der organischen Formen genau ebenso wie ein menschlicher Baukünstler, der sich die Aufgabe gestellt hat, möglichst viel verschiedene Bauwerke, zu möglichst mannichfaltigen Zwecken, in möglichst abweichendem Style, in möglichst verschiedenen Graden der Einfachheit, Pracht, Größe und Vollkommenheit auszudenken und auszuführen. Dieser Architect würde zunächst vielleicht für alle diese Gebäude vier verschiedene Style anwenden, etwa den gothischen, byzantinischen, chinesischen und Roccocostyl. In jedem dieser Style würde er eine Anzahl von Kirchen, Palästen, Kasernen, Gefängnissen und Wohnhäusern bauen. Jede dieser verschiedenen Gebäudeformen würde er in roheren und vollkommneren, in größeren und kleineren, in einfachen und prächtigen Arten ausführen u. s. w. Insofern wäre jedoch der

menschliche Architekt vielleicht noch besser als der göttliche Schöpfer daran, daß ihm in der Anzahl der Gruppenstufen alle Freiheit gelassen wäre. Der Schöpfer dagegen darf sich nach Agassiz immer nur innerhalb der genannten sechs Gruppenstufen oder Kategorien bewegen, innerhalb der Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse und Typus. Mehr als diese sechs Kategorien giebt es für ihn nicht.

Wenn Sie in Agassiz' Werk über die Klassifikation selbst die weitere Ausführung und Begründung dieser seltsamen Ansichten lesen, — und ich kann Ihnen dies nur empfehlen, — so werden Sie kaum begreifen, wie man mit allem Anschein wissenschaftlichen Ernstes die Vermenschlichung (den Anthropomorphismus) des göttlichen Schöpfers so weit treiben, und eben durch die Ausführung im Einzelnen bis zum verkehrtesten Unsinn ausmalen kann. In dieser ganzen Vorstellungsreihe ist der Schöpfer weiter nichts als ein allmächtiger Mensch, der von Langerweile geplagt, sich mit dem Ausdenken und Aufbauen möglichst mannichfaltiger Spielzeuge, der organischen Arten, belustigt. Nachdem er sich mit denselben eine Reihe von Jahrtausenden hindurch unterhalten, werden sie ihm langweilig; er vernichtet sie durch eine allgemeine Revolution der Erdoberfläche, indem er das ganze unnütze Spielzeug in Haufen zusammenwirft, und ruft nun, um sich an etwas Neuem und Besserem die Zeit zu vertreiben, eine neue und vollkommnere Thier- und Pflanzenwelt ins Leben. Um jedoch nicht die Mühe der ganzen Schöpfungsarbeit von vorn anzufangen, behält er immer den einmal ausgedachten Schöpfungsplan im Großen und Ganzen bei, und schafft nur lauter neue Arten, oder höchstens neue Gattungen, viel seltener neue Familien, Ordnungen oder gar Klassen. Zu einem neuen Typus oder Style bringt er es nie. Dabei bleibt er immer streng innerhalb jener sechs Kategorien.

Nachdem der Schöpfer so nach Agassiz' Ansicht sich Millionen von Jahrtausenden hindurch mit dem Aufbauen und Zerstören einer Reihe verschiedener Schöpfungen unterhalten hatte, kömmt er endlich zuletzt — obwohl sehr spät! — auf den guten Gedanken, sich seinesgleichen zu erschaffen, und er formt den Menschen nach seinem Eben-

bilde! Hiermit ist das Endziel aller Schöpfungsgeschichte erreicht und die Reihe der Erdrevolutionen abgeschlossen. Der Mensch, das Kind und Ebenbild Gottes, giebt demselben so viel zu thun, macht ihm so viel Vergnügen und Mühe, daß er nun niemals mehr Langeweile hat, und keine neue Schöpfung mehr eintreten zu lassen braucht. Sie sehen offenbar, wenn man einmal in der Weise, wie Agassiz, dem Schöpfer durchaus menschliche Attribute und Eigenschaften beilegt, und sein Schöpfungswerk durchaus analog einer menschlichen Schöpfungsthätigkeit betrachtet, so ist man nothwendig auch zur Annahme dieser ganz absurden Konsequenzen gezwungen.

Die vielen inneren Widersprüche und die auffallenden Verkehrtheiten der Schöpfungsansichten von Agassiz, welche ihn nothwendig zu dem entschiedensten Widerstand gegen die Abstammungslehre führten, müssen aber um so mehr unser Erstaunen erregen, als vielleicht (in mancher Beziehung wenigstens) kein anderer Naturforscher der neuern Zeit so sehr thatsächlich Darwin vorgearbeitet hat, insbesondere durch seine Thätigkeit auf dem paläontologischen Gebiete. Unter den zahlreichen Untersuchungen über Versteinerungen, welche der jungen Paläontologie schnell die allgemeine Theilnahme erwarben, schließen sich diejenigen von Agassiz, namentlich das berühmte Werk „über die fossilen Fische“, zunächst ebenbürtig an die grundlegenden Arbeiten von Cuvier an. Nicht allein haben die versteinerten Fische, mit denen uns Agassiz bekannt machte, eine außerordentlich hohe Bedeutung für das Verständniß der ganzen Wirbelthiergruppe und ihrer geschichtlichen Entwickelung gewonnen; sondern wir sind dadurch auch zur sicheren Erkenntniß wichtiger allgemeiner Entwickelungsgesetze gelangt, die zum Theil von Agassiz zuerst entdeckt wurden. Insbesondere hat derselbe zuerst den merkwürdigen Parallelismus zwischen der embryonalen und der paläontologischen Entwickelung, zwischen der Ontogenie und Phylogenie hervorgehoben, eine Uebereinstimmung, welche ich schon vorher (S. 9) als eine der stärksten Stützen für die Abstammungslehre in Anspruch genommen habe. Niemand hatte vorher so bestimmt, wie es Agassiz that, hervorgehoben, daß von den Wirbel-

thieren zuerst nur Fische allein existirt haben, daß erst später Amphibien auftraten, und daß erst in noch viel späterer Zeit Vögel und Säugethiere erschienen; daß ferner von den Säugethieren, ebenso wie von den Fischen, anfangs unvollkommnere, niedere Ordnungen, später erst vollkommnere und höhere auftraten. Agassiz zeigte mithin, daß die paläontologische Entwickelung der ganzen Wirbelthiergruppe nicht allein der embryonalen parallel sei, sondern auch der systematischen Entwickelung, d. h. der Stufenleiter, welche wir überall im System von den niederen zu den höheren Klassen, Ordnungen u. s. w. aufsteigend erblicken. Zuerst erschienen in der Erdgeschichte nur niedere, später erst höhere Formen. Diese wichtige Thatsache erklärt sich, ebenso wie die Uebereinstimmung der embryonalen und paläontologischen Entwickelung, ganz einfach und natürlich aus der Abstammungslehre, während sie ohne diese ganz unerklärlich ist. Dasselbe gilt ferner auch von dem großen Gesetz der fortschreitenden Entwickelung, von dem historischen Fortschritt der Organisation, welcher sowohl im Großen und Ganzen in der geschichtlichen Aufeinanderfolge aller Organismen sichtbar ist, als in der besonderen Vervollkommnung einzelner Theile des Thierkörpers. So z. B. erhielt das Skelet der Wirbelthiere, ihr Knochengerüst, erst langsam, allmählich und stufenweis den hohen Grad von Vollkommenheit, welchen es jetzt beim Menschen und den anderen höheren Wirbelthieren besitzt. Dieser von Agassiz thatsächlich anerkannte Fortschritt folgt aber mit Nothwendigkeit aus der von Darwin begründeten Züchtungslehre, welche die wirkenden Ursachen desselben nachweist. Wenn diese Lehre richtig ist, so mußte nothwendig die Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenarten im Laufe der organischen Erdgeschichte stufenweise zunehmen, und konnte erst in neuester Zeit ihre höchste Ausbildung erlangen.

Alle so eben angeführten, nebst einigen anderen allgemeinen Entwickelungsgesetzen, welche von Agassiz ausdrücklich anerkannt und mit Recht stark betont werden, welche sogar von ihm selbst zum Theil erst aufgestellt wurden, sind, wie Sie später sehen werden, nur durch die Abstammungslehre erklärbar und bleiben ohne dieselbe völlig un-

begreiflich. Nur die von Darwin entwickelte Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung kann die wahre Ursache derselben sein. Dagegen stehen sie alle in schroffem und unvereinbarem Gegensatz mit der vorher besprochenen Schöpfungshypothese von Agassiz, und mit allen Vorstellungen von der zweckmäßigen Werkthätigkeit eines persönlichen Schöpfers. Will man im Ernst durch die letztere jene merkwürdigen Erscheinungen und ihren inneren Zusammenhang erklären, so verirrt man sich nothwendig zu der Annahme, daß auch der Schöpfer selbst sich mit der organischen Natur, die er schuf und umbildete, entwickelt habe. Man kann sich dann nicht mehr von der Vorstellung los machen, daß der Schöpfer selbst nach Art des menschlichen Organismus seine Pläne entworfen, verbessert und endlich unter vielen Abänderungen ausgeführt habe. „Es wächst der Mensch mit seinen höher'n Zwecken". Diese Gottes unwürdige Vorstellung müssen wir dann nothwendig auf ihn übertragen. Wenn es nach der Ehrfurcht, mit der Agassiz auf jeder Seite vom Schöpfer spricht, scheinen könnte, daß wir dadurch zur erhabensten Vorstellung von seinem Wirken in der Natur gelangen, so findet in Wahrheit das Gegentheil statt. Der göttliche Schöpfer wird dadurch zu einem idealisirten Menschen erniedrigt, zu einem in der Entwickelung fortschreitenden Organismus.

Bei der weiten Verbreitung und dem hohen Ansehen, welches sich Agassiz' Werk erworben hat, und welches in Anbetracht der anderen hohen wissenschaftlichen Verdienste des geistvollen Verfassers gewiß gerechtfertigt ist, glaubte ich es Ihnen schuldig zu sein, hier diese schwachen Seiten desselben stark hervorzuheben. Sofern dies Werk eine naturwissenschaftliche Schöpfungsgeschichte sein will, ist dasselbe unzweifelhaft gänzlich verfehlt. Es hat aber außerordentlichen Werth, als der einzige, ausführliche und mit wissenschaftlichen Beweisgründen geschmückte Versuch, den in neuerer Zeit ein hervorragender Naturforscher zur Begründung einer teleologischen oder dualistischen Schöpfungsgeschichte unternommen hat. Die innere Unmöglichkeit einer solchen wird dadurch klar vor Jedermanns Augen gelegt. Kein Gegner von Agassiz hätte vermocht, die von ihm entwickelte dua-

listische Anschauung der organischen Natur und ihrer Entstehung so schlagend zu widerlegen, als ihm dies selbst durch die überall hervortretenden inneren Widersprüche gelungen ist. Sollten Sie bei dem Lesen von Darwins Werk zweifelhaft werden über den Werth seiner Lehre zur Erklärung dieser oder jener allgemeinen Erscheinungsreihe, so brauchen Sie bloß in dem Werke von Agassiz den entgegengesetzten Erklärungsversuch zu vergleichen, um sofort die Unmöglichkeit des letzteren, die Nothwendigkeit der ersteren zu erkennen.

Die Gegner der monistischen oder mechanischen Weltanschauung haben das Werk von Agassiz mit Freuden begrüßt und erblicken darin eine vollendete Beweisführung für die unmittelbare Schöpfungsthätigkeit eines persönlichen Gottes. Allein sie übersehen dabei, daß dieser persönliche Schöpfer bloß ein mit menschlichen Attributen ausgerüsteter, idealisirter Organismus ist. Diese niedere dualistische Gottesvorstellung entspricht einer niederen thierischen Entwickelungsstufe des menschlichen Organismus. Der höher entwickelte Mensch der Gegenwart ist befähigt und berechtigt zu jener unendlich edleren und erhabeneren Gottesvorstellung, welche allein mit der monistischen Weltanschauung verträglich ist, und welche Gottes Geist und Kraft in allen Erscheinungen ohne Ausnahme erblickt. Diese monistische Gottesidee, welcher die Zukunft gehört, hat schon Giordano Bruno (S. 18) mit den Worten ausgesprochen: „Ein Geist findet sich in allen Dingen, und es ist kein Körper so klein, daß er nicht einen Theil der göttlichen Substanz in sich enthielte, wodurch er beseelt wird". Diese veredelte Gottesidee ist es, von welcher Goethe sagt: „Gewiß es giebt keine schönere Gottesverehrung, als diejenige, welche kein Bild bedarf welche aus dem Wechselgespräch mit der Natur in unserem Busen entspringt". Durch sie werden wir zu der edelsten und erhabensten Vorstellung geführt, welcher der Mensch fähig ist, zu der Vorstellung von der Einheit Gottes und der Natur.

Vierter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Goethe und Oken.

Wissenschaftliche Unzulänglichkeit aller Vorstellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengesetzten Entwickelungstheorien. Geschichtlicher Ueberblick über die wichtigsten Entwickelungstheorien. Aristoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphilosophie. Goethe. Seine Verdienste als Naturforscher. Seine Metamorphose der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Goethes Theilnahme an dem Streite zwischen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethes Entdeckung der beiden organischen Bildungstriebe, des konservativen Specifikationstriebes (der Vererbung), und des progressiven Umbildungstriebes (der Anpassung). Goethes Ansicht von der gemeinsamen Abstammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menschen. Oken. Seine Naturphilosophie. Okens Vorstellung vom Urschleim (Protoplasmatheorie). Okens Vorstellung von den Infusorien (Zellentheorie). Okens Entwickelungstheorie.

Meine Herren! Alle verschiedenen Vorstellungen, welche wir uns über eine selbstständige, von einander unabhängige Entstehung der einzelnen organischen Arten durch Schöpfung machen können, laufen, folgerichtig durchdacht, auf einen sogenannten Anthropomorphismus, d. h. auf eine Vermenschlichung des Schöpfers hinaus, wie wir in dem letzten Vortrage bereits gezeigt haben. Es wird da der Schöpfer zu einem Organismus, der sich einen Plan entwirft, diesen Plan durchdenkt und verändert, und schließlich die Ge-

schöpfe nach diesem Plane ausführt, wie ein menschlicher Architekt sein Bauwerk. Wenn selbst so hervorragende Naturforscher wie Linné, Cuvier und Agassiz, die Hauptvertreter der dualistischen Schöpfungshypothese, zu keiner genügenderen Vorstellung gelangen konnten, so wird daraus am besten die Unzulänglichkeit aller derjenigen Vorstellungen hervorgehen, welche die Mannichfaltigkeit der organischen Natur aus einer solchen Schöpfung der einzelnen Arten ableiten wollen. Es haben zwar einige Naturforscher, welche das wissenschaftlich ganz Unbefriedigende dieser Vorstellung einsahen, versucht, den Begriff des persönlichen Schöpfers durch denjenigen einer unbewußt wirkenden schöpferischen Naturkraft zu ersetzen; indessen ist dieser Ausdruck offenbar eine bloße umschreibende Redensart, sobald nicht näher gezeigt wird, worin diese Naturkraft besteht, und wie sie wirkt. Daher haben auch diese letzteren Versuche durchaus keine Geltung in der Wissenschaft errungen. Vielmehr hat man sich genöthigt gesehen, sobald man eine selbstständige Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen annahm, immer auf ebenso viele Schöpfungsakte zurückzugreifen, d. h. auf übernatürliche Eingriffe des Schöpfers in den Gang der Dinge, der im Uebrigen ohne seine Mitwirkung abläuft.

Gegenüber nun dieser vollständigen wissenschaftlichen Unzulänglichkeit aller Schöpfungshypothesen sind wir gezwungen, zu den entgegengesetzten Entwickelungstheorien der Organismen unsere Zuflucht zu nehmen, wenn wir uns überhaupt eine wissenschaftliche Vorstellung von der Entstehung der Organismen machen wollen. Wir sind gezwungen und verpflichtet dazu, selbst wenn diese Entwickelungstheorien nur einen Schimmer von Wahrscheinlichkeit auf eine mechanische, natürliche Entstehung der Thier- und Pflanzenarten fallen lassen; um so mehr aber, wenn, wie Sie sehen werden, diese Theorien eben so einfach und klar, als vollständig und umfassend die gesammten Thatsachen erklären. Diese Entwickelungstheorien sind keineswegs, wie sie oft fälschlich angesehen werden, willkürliche Einfälle, oder beliebige Erzeugnisse der Einbildungskraft, welche nur die Entstehung

dieses oder jenes einzelnen Organismus annähernd zu erklären vermögen; sondern sie sind streng wissenschaftlich begründete Theorien, welche von einem festen und klaren Standpunkte aus die Gesammtheit der organischen Naturerscheinungen, und insbesondere die Entstehung der organischen Species auf das Einfachste erklären, und als die nothwendigen Folgen mechanischer Naturvorgänge nachweisen.

Wie ich bereits im zweiten Vortrage Ihnen zeigte, fallen diese Entwickelungstheorien naturgemäß mit derjenigen allgemeinen Weltanschauung zusammen, welche man gewöhnlich als die einheitliche oder monistische, häufig auch als die mechanische oder causale zu bezeichnen pflegt, weil sie nur mechanische oder nothwendig wirkende Ursachen (causae efficientes) zur Erklärung der Naturerscheinungen in Anspruch nimmt. Ebenso fallen auf der anderen Seite die von uns bereits betrachteten übernatürlichen Schöpfungshypothesen mit derjenigen, völlig entgegengesetzten Weltanschauung zusammen, welche man im Gegensatz zur ersteren die zwiespältige oder dualistische, oft auch die teleologische oder vitale nennt, weil sie die organischen Naturerscheinungen aus der Wirksamkeit zweckthätiger oder zweckmäßig wirkender Ursachen (causae finales) ableitet. Gerade in diesem tiefen inneren Zusammenhang der verschiedenen Schöpfungstheorien mit den höchsten Fragen der Philosophie liegt für uns die Anreizung zu ihrer eingehenden Betrachtung.

Der Grundgedanke, welcher allen natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig zu Grunde liegen muß, ist derjenige einer allmählichen Entwickelung aller (auch der vollkommensten) Organismen aus einem einzigen oder aus sehr wenigen, ganz einfachen und ganz unvollkommenen Urwesen, welche nicht durch übernatürliche Schöpfung, sondern durch Urzeugung oder Archigonie (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Eigentlich sind in diesem Grundgedanken zwei verschiedene Vorstellungen verbunden, welche aber in tiefem inneren Zusammenhang stehen, nämlich erstens die Vorstellung der Urzeugung oder Archigonie der ursprünglichen Stammwesen, und zweitens die Vorstellung der fortschrei-

tenden Entwickelung der verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammwesen. Diese beiden wichtigen mechanischen Vorstellungen sind die unzertrennlichen Grundgedanken jeder streng wissenschaftlich durchgeführten Entwickelungstheorie. Weil dieselbe eine Abstammung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammarten behauptet, konnten wir sie auch als **Abstammungslehre** (Descendenztheorie), und weil damit zugleich eine Umbildung der Arten verbunden ist, als **Umbildungslehre** (Transmutationstheorie) bezeichnen.

Während übernatürliche Schöpfungsgeschichten schon vor vielen Jahrtausenden, in jener unvordenklichen Urzeit entstanden sein müssen, als der Mensch, eben erst aus dem Affenzustande sich entwickelnd, zum ersten Male anfing, eingehender über sich selbst und über die Entstehung der ihn umgebenden Körperwelt nachzudenken, so sind dagegen die natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig viel jüngeren Ursprungs. Wir können diesen erst bei gereifteren Culturvölkern begegnen, denen durch philosophische Bildung die Nothwendigkeit einer natürlichen Ursachenerkenntniß klar geworden war; und auch bei diesen dürfen wir zunächst nur von einzelnen bevorzugten Naturen erwarten, daß sie den Ursprung der Erscheinungswelt ebenso wie deren Entwickelungsgang, als die nothwendige Folge von mechanischen, natürlich wirkenden Ursachen erkannten. Bei keinem Volke waren diese Vorbedingungen für die Entstehung einer natürlichen Entwickelungstheorie jemals so vorhanden, wie bei den Griechen des klassischen Alterthums. Diesen fehlte aber auf der anderen Seite zu sehr die nähere Bekanntschaft mit den Thatsachen der Naturvorgänge und ihren Formen, und somit die erfahrungsmäßige Grundlage für eine weitere Durchbildung der Entwickelungstheorie. Die exakte Naturforschung und die überall auf empirischer Basis begründete Naturerkenntniß war ja dem Alterthum ebenso wie dem Mittelalter fast ganz unbekannt und ist erst eine Errungenschaft der neuern Zeit. Wir haben daher auch hier keine nähere Veranlassung, auf die natürlichen Entwickelungstheorien der verschiedenen griechischen Weltweisen einzuge-

hen, da denselben zu sehr die erfahrungsmäßige Kenntniß sowohl von der organischen als von der anorganischen Natur abging, und sie sich demgemäß fast immer nur in luftigen Speculationen verirrten.

Nur einen Mann müssen wir hier ausnahmsweise hervorheben, den größten und den einzigen wahrhaft großen Naturforscher des Alterthums und des Mittelalters, einen der erhabensten Genien aller Zeiten: Aristoteles. Wie derselbe in empirisch-philosophischer Naturerkenntniß, und insbesondere im Verständniß der organischen Natur, während eines Zeitraums von mehr als zweitausend Jahren einzig dasteht, beweisen uns die kostbaren Reste seiner nur theilweis erhaltenen Werke. Auch von einer natürlichen Entwickelungstheorie finden sich in denselben mehrfache Spuren vor. Aristoteles nimmt mit voller Bestimmtheit die Urzeugung als die natürliche Entstehungsart der niederen organischen Wesen an. Er läßt Thiere und Pflanzen aus der Materie selbst durch deren ureigene Kraft entstehen, so z. B. Motten aus Wolle, Flöhe aus faulem Mist, Milben aus feuchtem Holz u. s. w. Da ihm jedoch die Unterscheidung der organischen Species, welche erst mehr als zweitausend Jahre später Linné gelang, unbekannt war, konnte er über deren genealogisches Verhältniß sich wohl noch keine Vorstellungen bilden,

Der Grundgedanke der Entwickelungstheorie, daß die verschiedenen Thier- und Pflanzenarten sich aus gemeinsamen Stammarten durch Umbildung entwickelt haben, konnte natürlich erst klar ausgesprochen werden, nachdem die Arten oder Species selbst genauer bekannt geworden, und nachdem auch schon die ausgestorbenen Species neben den lebenden in Betracht gezogen und eingehender mit letzteren verglichen worden waren. Dies geschah erst gegen Ende des vorigen und im Beginn unseres Jahrhunderts. Erst im Jahre 1801 sprach der große Lamarck die Entwickelungstheorie aus, welche er 1809 in seiner klassischen „Philosophie zoologique" weiter ausführte. Während Lamarck und sein Landsmann Geoffroy S. Hilaire in Frankreich den Ansichten Cuviers gegenüber traten und eine natürliche Entwickelung der organischen Species durch Umbildung und Ab-

stammung behaupteten, vertraten gleichzeitig in Deutschland Goethe und Oken dieselbe Richtung und halfen die Entwickelungstheorie begründen. Da man gewöhnlich alle diese Naturforscher als „Naturphilosophen" zu bezeichnen pflegt, und da diese vieldeutige Bezeichnung in einem gewissen Sinne ganz richtig ist, so erscheint es mir zunächst angemessen, hier einige Worte über die richtige Würdigung der Naturphilosophie vorauszuschicken.

Während man in England schon seit langer Zeit die Begriffe Naturwissenschaft und Philosophie fast als gleichbedeutend ansieht, und mit vollem Recht jeden wahrhaft wissenschaftlich arbeitenden Naturforscher einen Naturphilosophen nennt, wird dagegen in Deutschland schon seit mehr als einem halben Jahrhundert die Naturwissenschaft streng von der Philosophie geschieden, und die naturgemäße Verbindung beider zu einer wahren „Naturphilosophie" wird nur von Wenigen anerkannt. An dieser Verkennung sind die phantastischen Ausschreitungen der früheren deutschen Naturphilosophen, Okens, Schellings u. s. w. Schuld, welche glaubten, die Naturgesetze aus ihrem Kopfe konstruiren zu können, ohne überall auf dem Boden der thatsächlichen Erfahrung stehen bleiben zu müssen. Als sich diese Anmaßungen in ihrer ganzen Leerheit herausgestellt hatten, schlugen die Naturforscher unter der „Nation von Denkern" in das gerade Gegentheil um, und glaubten, das hohe Ziel der Wissenschaft, die Erkenntniß der Wahrheit, auf dem Wege der nackten sinnlichen Erfahrung, ohne jede philosophische Gedankenarbeit erreichen zu können. Von nun an, besonders seit dem Jahre 1830, machte sich bei den meisten Naturforschern eine starke Abneigung gegen jede allgemeinere, philosophische Betrachtung der Natur geltend. Man fand nun das eigentliche Ziel der Naturwissenschaft in der Erkenntniß des Einzelnen und glaubte dasselbe in der Biologie erreicht, wenn man mit Hülfe der feinsten Instrumente und Beobachtungsmittel die Formen und die Lebenserscheinungen aller einzelnen Organismen ganz genau erkannt haben würde. Zwar gab es immerhin unter diesen streng empirischen oder sogenannten exakten Naturforschern zahlreiche, welche sich über

diesen beschränkten Standpunkt erhoben und das letzte Ziel in einer Erkenntniß allgemeiner Organisationsgesetze finden wollten. Indessen die große Mehrzahl der Zoologen und Botaniker in den letzten drei bis vier Decennien wollte von solchen allgemeinen Gesetzen Nichts wissen; sie gestanden höchstens zu, daß vielleicht in ganz entfernter Zukunft, wenn man einmal am Ende aller empirischen Erkenntniß angelangt sein würde, wenn alle einzelnen Thiere und Pflanzen vollständig untersucht worden seien, man daran denken könne, allgemeine biologische Gesetze zu entdecken.

Wenn Sie die wichtigsten Fortschritte, die der menschliche Geist in der Erkenntniß der Wahrheit gemacht hat, zusammenfassend vergleichen, so werden Sie bald sehen, daß es stets philosophische Gedankenoperationen sind, durch welche diese Fortschritte erzielt wurden, und daß jene, allerdings nothwendig vorhergehende sinnliche Erfahrung und die dadurch gewonnene Kenntniß des Einzelnen nur die Grundlage für jene allgemeinen Gesetze liefern. Empirie und Philosophie stehen daher keineswegs in so ausschließendem Gegensatz zu einander, wie es bisher von den Meisten angenommen wurde; sie ergänzen sich vielmehr nothwendig. Der Philosoph, welchem der unumstößliche Boden der sinnlichen Erfahrung, der empirischen Kenntniß fehlt, gelangt in seinen allgemeinen Speculationen sehr leicht zu Fehlschlüssen, welche selbst ein mäßig gebildeter Naturforscher sofort widerlegen kann. Andrerseits können die rein empirischen Naturforscher, die sich nicht um philosophische Zusammenfassung ihrer sinnlichen Wahrnehmungen bemühen, und nicht nach allgemeinen Erkenntnissen streben, die Wissenschaft nur in sehr geringem Maße fördern, und der Hauptwerth ihrer mühsam gewonnenen Einzelkenntnisse liegt in den allgemeinen Resultaten, welche später umfassendere Geister aus denselben ziehen. Bei einem allgemeinen Ueberblick über den Entwickelungsgang der Biologie seit Linné finden Sie leicht, wie dies Bär ausgeführt hat, ein beständiges Schwanken zwischen diesen beiden Richtungen, ein Ueberwiegen einmal der empirischen (sogenannten exakten) und dann wieder der philosophischen (speculativen) Richtung.

So hatte sich schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts, im Gegensatz gegen Linné's rein empirische Schule, eine naturphilosophische Reaction erhoben, deren bewegende Geister, Lamarck, Geoffroy S. Hilaire, Goethe und Oken, durch ihre Gedankenarbeit Licht und Ordnung in das Chaos des aufgehäuften empirischen Rohmaterials brachten. Gegenüber den vielfachen Irrthümern und den zu weit gehenden Spekulationen dieser Naturphilosophen trat dann Cuvier auf, welcher eine zweite, rein empirische Periode herbeiführte. Diese erreichte ihre einseitigste Entwickelung während der Jahre 1830—1860, und nun folgte ein zweiter philosophischer Rückschlag, durch Darwins Werk veranlaßt. Man fing nun in unserm Decennium wieder an, sich zur Erkenntniß der allgemeinen Naturgesetze hinzuwenden, denen doch schließlich alle einzelnen Erfahrungskenntnisse nur als Grundlage dienen, und durch welche letztere erst Werth erlangen. Durch die Philosophie wird die Naturkunde erst zur wahren Wissenschaft, zur „Naturphilosophie" (Gen. Morph. I, 63—108).

Unter den großen Naturphilosophen, denen wir die erste Begründung einer organischen Entwickelungstheorie verdanken, und welche neben Charles Darwin als die Urheber der Abstammungslehre glänzen, stehen obenan Jean Lamarck und Wolfgang Goethe. Jedes der drei großen Kulturländer der Neuzeit, Deutschland, England und Frankreich, hat einen geistvollen Naturforscher zur Lösung dieser hohen Aufgabe entsandt. Ich wende mich zunächst zu unserm theuren Goethe, welcher von Allen uns Deutschen am nächsten steht. Bevor ich Ihnen jedoch seine besonderen Verdienste um die Entwickelungstheorie erläutere, scheint es mir passend, Einiges über seine Bedeutung als Naturforscher überhaupt zu sagen, da dieselbe gewöhnlich sehr verkannt wird.

Gewiß die Meisten unter Ihnen verehren Goethe nur als Dichter und Menschen; nur Wenige werden eine Vorstellung von dem hohen Werth haben, den seine naturwissenschaftlichen Arbeiten besitzen, von dem Riesenschritt, mit dem er seiner Zeit voraus eilte, — so voraus eilte, daß eben die meisten Naturforscher der damaligen Zeit ihm

nicht nachkommen konnten. Das Mißgeschick, daß seine naturphilosophischen Verdienste von seinen Zeitgenossen verkannt wurden, hat Goethe beständig tief berührt. An verschiedenen Stellen seiner naturwissenschaftlichen Schriften beklagt er sich bitter über die beschränkten Fachleute, welche seine Arbeiten nicht zu würdigen verstehen, welche den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen, und welche sich nicht dazu erheben können, aus dem Wust des Einzelnen allgemeine Naturgesetze herauszufinden. Nur zu gerecht ist sein Vorwurf: „Der Philosoph wird gar bald entdecken, daß sich die Beobachter selten zu einem Standpunkte erheben, von welchem sie so viele bedeutend bezügliche Gegenstände übersehen können.“ Wesentlich allerdings wurde diese Verkennung verschuldet durch den falschen Weg, auf welchen Goethe in seiner Farbenlehre gerieth. Die Farbenlehre, die er selbst als das Lieblingskind seiner Muße bezeichnet, ist in ihren Grundlagen durchaus verfehlt, soviel Schönes sie auch im Einzelnen enthalten mag. Die exakte mathematische Methode, mittelst welcher man allein zunächst in den anorganischen Naturwissenschaften, in der Physik vor Allem, Schritt für Schritt auf unumstößlich fester Basis weiter bauen kann, war Goethe durchaus zuwider. Er ließ sich in der Verwerfung derselben nicht allein zu großen Ungerechtigkeiten gegen die hervorragendsten Physiker hinreißen, sondern auch auf Irrwege verleiten, die seinen übrigen werthvollen Arbeiten sehr geschadet haben. Ganz etwas Anderes ist es in den organischen Naturwissenschaften, in welchen wir nur selten im Stande sind, von Anfang an gleich auf der unumstößlich festen, mathematischen Basis vorzugehen, vielmehr gezwungen sind, wegen der unendlich schwierigen und verwickelten Natur der Aufgabe, uns zunächst Induktionsschlüsse zu bilden; d. h. wir müssen aus zahlreichen einzelnen Beobachtungen, die doch nicht ganz vollständig sind, ein allgemeines Gesetz zu begründen suchen. Die Vergleichung der verwandten Erscheinungsreihen, die Combination ist hier das wichtigste Forschungsinstrument, und diese wurde von Goethe mit ebensoviel Glück als bewußter Wertherkenntniß bei seinen naturphilosophischen Arbeiten angewandt.

Von den Schriften Goethe's, die sich auf die organische Natur beziehen, ist am berühmtesten die Metamorphose der Pflanzen geworden, welche 1790 erschien; ein Werk, welches insofern den Grundgedanken der Entwickelungstheorie deutlich erkennen läßt, als Goethe darin bemüht war, ein einziges Grundorgan nachzuweisen, durch dessen unendlich mannichfaltige Ausbildung und Umbildung man sich den ganzen Formenreichthum der Pflanzenwelt entstanden denken könne; dieses Grundorgan fand er im Blatt. Wenn damals schon die Anwendung des Mikroskops eine allgemeine gewesen wäre, wenn Goethe den Bau der Organismen mit dem Mikroskop durchforscht hätte, so würde er noch weiter gegangen sein, und das Blatt bereits als ein Vielfaches von individuellen Theilen niederer Ordnung, von Zellen, erkannt haben. Er würde dann nicht das Blatt, sondern die Zelle als das eigentliche Grundorgan aufgestellt haben, durch dessen Vermehrung, Umbildung und Verbindung (Synthese) zunächst das Blatt entsteht; sowie weiterhin durch Umbildung, Variation und Zusammensetzung der Blätter alle die mannichfaltigen Schönheiten in Form und Farbe entstehen, welche wir ebenso an den echten Ernährungsblättern, wie an den Fortpflanzungsblättern oder den Blüthentheilen der Pflanzen bewundern. Indessen schon dieser Grundgedanke war durchaus richtig. Goethe zeigte darin, daß man, um das Ganze der Erscheinung zu erfassen, erstens vergleichen und dann zweitens einen einfachen Typus, eine einfache Grundform, ein Thema gewissermaßen suchen müsse, von dem alle übrigen Gestalten nur die unendlich mannichfaltigen Variationen seien.

Etwas Aehnliches, wie er hier in der Metamorphose der Pflanzen leistete, gab er dann für die Wirbelthiere in seiner berühmten Wirbeltheorie des Schädels. Goethe zeigte zuerst, unabhängig von Oken, welcher fast gleichzeitig auf denselben Gedanken kam, daß der Schädel des Menschen und aller anderen Wirbelthiere, zunächst der Säugethiere, Nichts weiter sei als eine Knochenkapsel, zusammengesetzt aus denselben Stücken, aus denen auch das Rückgrat oder die Wirbelsäule zusammengesetzt ist, aus Wirbeln. Die Wirbel des Schä-

dels sind gleich denen des Rückgrats hinter einander gelegene Knochenringe, welche am Kopfe nur eigenthümlich umgebildet und gesondert (differenzirt) sind. Auch diese Grundidee war außerordentlich wichtig. Sie gehörte in jener Zeit zu den größten Fortschritten der vergleichenden Anatomie, und war nicht allein für das Verständniß des Wirbelthierbaues eine der ersten Grundlagen, sondern erklärte zugleich viele einzelne Erscheinungen. Wenn zwei Körpertheile, die auf den ersten Blick so verschieden aussehen, wie der Hirnschädel und die Wirbelsäule, sich als ursprünglich gleichartige, aus einer und derselben Grundlage hervorgebildete Theile nachweisen ließen, so war damit eine der schwierigsten naturphilosophischen Aufgaben gelöst. Auch hier wieder war es der Gedanke des einheitlichen Typus, der Gedanke des einzigen Themas, das nur in den verschiedenen Arten und in den Theilen der einzelnen Arten unendlich variirt wird, den wir als einen außerordentlich großen Fortschritt begrüßen müssen.

Es waren aber nicht bloß solche weitgreifende Gesetze, um deren Erkenntniß sich Goethe bemühte, sondern es waren auch zahlreiche einzelne, namentlich vergleichend-anatomische Untersuchungen, die ihn lange Zeit hindurch aufs lebhafteste beschäftigten. Unter diesen ist vielleicht keine interessanter, als die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Da diese in mehrfacher Beziehung von Interesse für die Entwickelungstheorie ist, so erlaube ich mir, Ihnen dieselbe kurz hier darzulegen. Es existiren bei sämmtlichen Säugethieren in der oberen Kinnlade zwei Knochenstückchen, welche in der Mittellinie des Gesichts, unterhalb der Nase, sich berühren, und in der Mitte zwischen den beiden Hälften des eigentlichen Oberkieferknochens gelegen sind. Dieses Knochenpaar, welches die vier oberen Schneidezähne trägt, ist bei den meisten Säugethieren ohne Weiteres sehr leicht zu erkennen; beim Menschen dagegen war es zu jener Zeit nicht bekannt, und berühmte vergleichende Anatomen legten sogar auf diesen Mangel des Zwischenkiefers einen sehr großen Werth, indem sie denselben als Hauptunterschied zwischen Menschen und Affen ansahen; es wurde der Mangel des Zwischenkiefers seltsamer Weise als

der menschlichste aller menschlichen Charaktere hervorgehoben. Nun wollte es Goethe durchaus nicht in den Kopf, daß der Mensch, der in allen übrigen körperlichen Beziehungen offenbar nur ein höher entwickeltes Säugethier sei, diesen Zwischenkiefer entbehren solle. Er behauptete a priori als eine Deduction aus dem allgemeinen Inductionsgesetz des Zwischenkiefers bei den Säugethieren, daß derselbe auch beim Menschen vorkommen müsse; und er hatte keine Ruhe, bis er bei Vergleichung einer großen Anzahl von Schädeln wirklich den Zwischenkiefer auffand. Bei einzelnen Individuen ist derselbe die ganze Lebenszeit hindurch erhalten, während er gewöhnlich frühzeitig mit dem benachbarten Oberkiefer verwächst, und nur bei sehr jugendlichen Menschenschädeln als selbstständiger Knochen nachzuweisen ist. Bei den menschlichen Embryonen kann man ihn jetzt jeden Augenblick vorzeigen. Es ist der Zwischenkiefer also beim Menschen in der That vorhanden, und es gebührt Goethe der große Ruhm, diese in vielfacher Beziehung wichtige Thatsache zuerst festgestellt zu haben, und zwar gegen den Widerspruch der wichtigsten Fachautoritäten, z. B. des berühmten Anatomen Peter Camper. Besonders interessant ist dabei der Weg, auf dem er zu dieser Feststellung gelangte; es ist der Weg, auf dem wir beständig in den organischen Naturwissenschaften fortschreiten, der Weg der Induction und Deduction. Die Induction ist ein Schluß aus zahlreichen einzelnen beobachteten Fällen auf ein allgemeines Gesetz; die Deduction dagegen ist ein Rückschluß aus diesem allgemeinen Gesetz auf einen einzelnen, noch nicht wirklich beobachteten Fall. Aus den damals gesammelten empirischen Kenntnissen ging der Inductionsschluß hervor, daß sämmtliche Säugethiere den Zwischenkiefer besitzen. Goethe zog daraus den Deductionsschluß, daß der Mensch, der in allen übrigen Beziehungen seiner Organisation nicht wesentlich von den Säugethieren verschieden sei, auch diesen Zwischenkiefer besitzen müsse; und er fand sich in der That bei eingehender Untersuchung Es wurde der Deductionsschluß durch die nachfolgende Erfahrung bestätigt oder verificirt.

Schon diese wenigen Züge mögen Ihnen den hohen Werth vor

Augen führen, den wir Göthe's biologischen Forschungen zuschreiben müssen. Leider sind die meisten seiner darauf bezüglichen Arbeiten so versteckt in seinen sämmtlichen Werken, und die wichtigsten Beobachtungen und Bemerkungen so zerstreut in zahlreichen einzelnen Aufsätzen, die andere Themata behandeln, daß es schwer ist, sie herauszufinden. Auch ist bisweilen eine vortreffliche, wahrhaft wissenschaftliche Bemerkung so eng mit einem Haufen unbrauchbarer naturphilosophischer Phantasiegebilde verknüpft, daß letztere der ersteren großen Eintrag thun.

Für das außerordentliche Interesse, welches Goethe für die organische Naturforschung hegte, ist vielleicht Nichts bezeichnender, als die lebendige Theilnahme, mit welcher er noch in seinen letzten Lebensjahren den in Frankreich ausgebrochenen Streit zwischen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire verfolgte. Goethe hat eine interessante Darstellung dieses merkwürdigen Streites und seiner allgemeinen Bedeutung, sowie eine treffliche Charakteristik der beiden großen Gegner in einer besonderen Abhandlung gegeben, welche er erst wenige Tage vor seinem Tode, im März 1832, vollendete. Diese Abhandlung führt den Titel: „Principes de Philosophie zoologique par Mr. Geoffroy de Saint-Hilaire"; sie ist Goethe's letztes Werk, und bildet in der Gesammtausgabe seiner Werke deren Schluß. Der Streit selbst war in mehrfacher Beziehung von höchstem Interesse. Er drehte sich wesentlich um die Berechtigung der Entwickelungstheorie. Dabei wurde er im Schooße der französischen Akademie von beiden Gegnern mit einer persönlichen Leidenschaftlichkeit geführt, welche in den würdevollen Sitzungen jener gelehrten Körperschaft fast unerhört war, und welche bewies, daß beide Naturforscher für ihre heiligsten und tiefsten Ueberzeugungen kämpften. Am 22sten Februar 1830 fand der erste Konflikt statt, welchem bald mehrere andere folgten, der heftigste am 19. Juli 1830. Geoffroy als das Haupt der französischen Naturphilosophen vertrat die natürliche Entwickelungstheorie und die einheitliche (monistische) Naturauffassung. Er behauptete die Veränderlichkeit der organischen Species, die gemeinschaftliche Abstammung der

einzelnen Arten von gemeinsamen Stammformen, und die Einheit der Organisation, oder die Einheit des Bauplanes, wie man sich damals ausdrückte. Cuvier war der entschiedenste Gegner dieser Anschauungen, wie es ja nach dem, was Sie gehört haben, nicht anders sein konnte. Er versuchte zu zeigen, daß die Naturphilosophen kein Recht hätten, auf Grund des damals vorliegenden empirischen Materials so weitgehende Schlüsse zu ziehen, und daß die behauptete Einheit der Organisation oder des Bauplanes der Organismen nicht existire. Er vertrat die teleologische (dualistische) Naturauffassung und behauptete, daß „die Unveränderlichkeit der Species eine nothwendige Bedingung für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte sei." Cuvier hatte den großen Vortheil vor seinem Gegner voraus, für seine Behauptungen lauter unmittelbar vor Augen liegende Beweisgründe vorbringen zu können, welche allerdings nur aus dem Zusammenhang gerissene einzelne Thatsachen waren. Geoffroy dagegen war nicht im Stande, den von ihm verfochtenen höheren allgemeinen Zusammenhang der einzelnen Erscheinungen mit so greifbaren Einzelheiten belegen zu können. Daher behielt Cuvier in den Augen der Mehrheit den Sieg, und entschied für die folgenden drei Jahrzehnte die Niederlage der Naturphilosophie und die Herrschaft der streng empirischen Richtung. Goethe dagegen nahm natürlich entschieden für Geoffroy Partei. Wie lebhaft ihn noch in seinem 81sten Jahre dieser große Kampf beschäftigte, mag folgende, von Soret erzählte Anekdote bezeugen:

„Montag, 2. August 1830. Die Nachrichten von der begonnenen Julirevolution gelangten heute nach Weimar und setzten Alles in Aufregung. Ich ging im Laufe des Nachmittags zu Goethe. „Nun? rief er mir entgegen, was denken Sie von dieser großen Begebenheit? Der Vulkan ist zum Ausbruch gekommen; alles steht in Flammen, und es ist nicht ferner eine Verhandlung bei geschlossenen Thüren!" Eine furchtbare Geschichte! erwiderte ich. Aber was ließ sich bei den bekannten Zuständen und bei einem solchen Ministerium anderes erwarten, als daß man mit der Vertreibung der bisherigen

königlichen Familie endigen würde. „Wir scheinen uns nicht zu verstehen, mein Allerbester, erwiderte Goethe. Ich rede gar nicht von jenen Leuten; es handelt sich bei mir um ganz andere Dinge. Ich rede von dem in der Akademie zum öffentlichen Ausbruch gekommenen, für die Wissenschaft so höchst bedeutenden Streite zwischen Cuvier und Geoffroy de S. Hilaire." Diese Aeußerung Goethe's war mir so unerwartet, daß ich nicht wußte, was ich sagen sollte, und daß ich während einiger Minuten einen völligen Stillstand in meinen Gedanken verspürte. „Die Sache ist von der höchsten Bedeutung, fuhr Goethe fort, und Sie können sich keinen Begriff davon machen, was ich bei der Nachricht von der Sitzung des 19. Juli empfinde. Wir haben jetzt an Geoffroy de Saint Hilaire einen mächtigen Alliirten auf die Dauer. Ich sehe aber zugleich daraus, wie groß die Theilnahme der französischen wissenschaftlichen Welt in dieser Angelegenheit sein muß, indem trotz der furchtbaren politischen Aufregung, die Sitzung des 19. Juli dennoch bei einem gefüllten Hause stattfand. Das Beste aber ist, daß die von Geoffroy in Frankreich eingeführte synthetische Behandlungsweise der Natur jetzt nicht mehr rückgängig zu machen ist. Die Angelegenheit ist durch die freien Diskussionen in der Akademie, und zwar in Gegenwart eines großen Publikums, jetzt öffentlich geworden, sie läßt sich nicht mehr an geheime Ausschüsse verweisen und bei geschlossenen Thüren abthun und unterdrücken".

Von den zahlreichen interessanten und bedeutenden Sätzen, in welchen sich Goethe klar über seine Auffassung der organischen Natur und ihrer beständigen Entwickelung ausspricht, habe ich in meiner generellen Morphologie der Organismen [4]) eine Auswahl als Leitworte an den Eingang der einzelnen Bücher und Kapitel gesetzt. Hier führe ich Ihnen zunächst eine Stelle aus dem Gedichte an, welches die Ueberschrift trägt: „die Metamorphose der Thiere" (1819).

„Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,
„Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.
„Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,

„Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
„Mächtig zurück. So zeiget sich fest die geordnete Bildung,
„Welche zum Wechsel sich neigt durch äußerlich wirkende Wesen.“

Schon hier ist der Gegensatz zwischen zwei verschiedenen organischen Bildungstrieben angedeutet, welche sich gegenüber stehen, und durch ihre Wechselwirkung die Form des Organismus bestimmen; einerseits ein gemeinsames inneres, fest sich erhaltendes Urbild, welches den verschiedensten Gestalten zu Grunde liegt; andrerseits der äußerlich wirkende Einfluß der Umgebung und der Lebensweise, welcher umbildend auf das Urbild einwirkt. Noch bestimmter tritt dieser Gegensatz in folgendem Ausspruch hervor:

„Eine innere ursprüngliche Gemeinschaft liegt aller Organisation zu Grunde; die Verschiedenheit der Gestalten dagegen entspringt aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt, und man darf daher eine ursprüngliche, gleichzeitige Verschiedenheit und eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen, um die eben so konstanten als abweichenden Erscheinungen begreifen zu können.“

Das „Urbild“ oder der „Typus“, welcher als „innere ursprüngliche Gemeinschaft“ allen organischen Formen zu Grunde liegt, ist der innere Bildungstrieb, welcher die ursprüngliche Bildungsrichtung erhält und durch Vererbung fortpflanzt. Die „unaufhaltsam fortschreitende Umbildung“ dagegen, welche „aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt entspringt“, bewirkt als äußerer Bildungstrieb, durch Anpassung an die umgebenden Lebensbedingungen, die unendliche „Verschiedenheit der Gestalten“. (Gen. Morph. I., 154; II., 224). Den inneren Bildungstrieb der Vererbung, welcher die Einheit des Urbildes erhält, nennt Goethe an einer anderen Stelle die Centripetalkraft des Organismus, seinen Specifikationstrieb; im Gegensatz dazu nennt er den äußeren Bildungstrieb der Anpassung, welcher die Mannichfaltigkeit der organischen Gestalten hervorbringt, die Centrifugalkraft des Organismus, seinen Variationstrieb. Die betreffende Stelle, in wel-

cher Goethe ganz klar das „Gegengewicht" dieser beiden äußerst wichtigen organischen Bildungstriebe bezeichnet, lautet folgendermaßen: „Die Idee der Metamorphose ist gleich der Vis centrifuga und würde sich ins Unendliche verlieren, wäre ihr nicht ein Gegengewicht zugegeben: ich meine den Specifikationstrieb, das zähe Beharrlichkeitsvermögen dessen, was einmal zur Wirklichkeit gekommen, eine Vis centripeta, welcher in ihrem tiefsten Grunde keine Aeußerlichkeit etwas anhaben kann".

Unter Metamorphose versteht Goethe nicht allein, wie es heutzutage gewöhnlich verstanden wird, die Formveränderungen, welche das organische Individuum während seiner individuellen Entwickelung erleidet, sondern in weiterem Sinne überhaupt die Umbildung der organischen Formen. Die „Idee der Metamorphose" ist beinahe gleichbedeutend mit unserer „Entwickelungstheorie". Dies zeigt sich unter Anderm auch in folgendem Ausspruch: „Der Triumph der physiologischen Metamorphose zeigt sich da, wo das Ganze sich in Familien, Familien sich in Geschlechter, Geschlechter in Sippen, und diese wieder in andere Mannichfaltigkeiten bis zur Individualität scheiden, sondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieses Geschäft der Natur; sie kann nicht ruhen, noch beharren, aber auch nicht Alles, was sie hervorbrachte, bewahren und erhalten. Aus den Samen entwickeln sich immer abweichende, die Verhältnisse ihrer Theile zu einander verändert bestimmende Pflanzen".

In den beiden organischen Bildungstrieben, in dem konservativen, centripetalen, innerlichen Bildungstriebe der Vererbung oder der Specifikation einerseits, in dem progressiven, centrifugalen, äußerlichen Bildungstriebe der Anpassung oder der Metamorphose andrerseits, hatte Goethe bereits die beiden großen mechanischen Naturkräfte entdeckt, welche die wirkenden Ursachen der organischen Gestalten sind. Diese tiefe biologische Erkenntniß mußte ihn naturgemäß zu dem Grundgedanken der Abstammungslehre führen, zu der Vorstellung, daß die formverwandten organischen Arten wirklich blutsverwandt sind, und daß dieselben von gemeinsamen ursprünglichen Stammfor-

men abstammen. Für die wichtigste von allen Thiergruppen, die Hauptabtheilung der Wirbelthiere, drückt dies Goethe in folgendem merkwürdigen Satze aus (1796!): „Dies also hätten wir gewonnen ungescheut behaupten zu dürfen, daß alle vollkommneren organischen Naturen, worunter wir Fische, Amphibien, Vögel, Säugethiere und an der Spitze der letzten den Menschen sehen, alle nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen sehr beständigen Theilen mehr oder weniger hin- und herweicht, und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet".

Dieser Satz ist in mehrfacher Beziehung von Interesse. Die Theorie, daß „alle vollkommneren organischen Naturen", d. h. alle Wirbelthiere, von einem gemeinsamen Urbilde abstammen, daß sie aus diesem durch Fortpflanzung (Vererbung) und Umbildung (Anpassung) entstanden sind, ist darin deutlich zu erkennen. Besonders interessant aber ist es dabei, daß Goethe auch hier für den Menschen keine Ausnahme gestattet, ihn vielmehr ausdrücklich in den Stamm der übrigen Wirbelthiere hineinzieht. Die wichtigste specielle Folgerung der Abstammungslehre, daß der Mensch von anderen Wirbelthieren abstammt, läßt sich hier im Keime erkennen [3]).

Als der bedeutendste der deutschen Naturphilosophen gilt gewöhnlich nicht Wolfgang Goethe sondern Lorenz Oken, welcher bei Begründung der Wirbeltheorie des Schädels als Nebenbuhler Goethe's auftrat und diesem nicht gerade freundlich gesinnt war. Bei der sehr verschiedenen Natur der beiden großen Männer, welche eine Zeit lang in nachbarschaftlicher Nähe lebten, konnten sie sich doch gegenseitig nicht wohl anziehen. Oken's Lehrbuch der Naturphilosophie, welches als das bedeutendste Erzeugniß der damaligen naturphilosophischen Schule in Deutschland bezeichnet werden kann, erschien 1809, in demselben Jahre, in welchem auch Lamarck's fundamentales Werk, die „Philosophie zoologique" erschien. Schon 1802 hatte Oken einen „Grundriß der Naturphilosophie" veröffentlicht. Wie schon früher angedeutet wurde, finden wir bei Oken, versteckt unter einer Fülle von irrigen, zum Theil sehr abenteuerlichen und phantastischen Vorstellungen,

eine Anzahl von werthvollen und tiefen Gedanken. Einige von diesen Ideen haben erst in neuerer Zeit, viele Jahre nachdem sie von ihm ausgesprochen wurden, allmählich wissenschaftliche Geltung erlangt. Ich will Ihnen hier von diesen, fast prophetisch ausgesprochenen Gedanken nur zwei anführen, welche zugleich zu der Entwickelungstheorie in der innigsten Beziehung stehen.

Eine der wichtigsten Theorien Oken's, welche früherhin sehr verschrieen, und namentlich von den sogenannten exakten Empirikern auf das stärkste bekämpft wurde, ist die Idee, daß die Lebenserscheinungen aller Organismen von einem gemeinschaftlichen chemischen Substrate ausgehen, gewissermaßen einem allgemeinen, einfachen „Lebensstoff", welchen er mit dem Namen „Urschleim" belegte. Er dachte sich darunter, wie der Name sagt, eine schleimartige Substanz, eine Eiweißverbindung, die in festflüssigem Aggregatzustande befindlich ist, und das Vermögen besitzt, durch Anpassung an verschiedene Existenzbedingungen der Außenwelt, und in Wechselwirkung mit deren Materie, die verschiedensten Formen hervorzubringen. Nun brauchen Sie bloß das Wort Urschleim in das Wort Protoplasma oder Zellstoff umzusetzen, um zu einer der größten Errungenschaften zu gelangen, welche wir den mikroskopischen Forschungen der letzten sieben Jahre, insbesondere denjenigen von Max Schultze, verdanken. Durch diese Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß in allen lebendigen Naturkörpern ohne Ausnahme eine gewisse Menge einer schleimigen, eiweißartigen Materie in festflüssigem Dichtigkeitszustande sich vorfindet, und daß diese stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung ausschließlich der ursprüngliche Träger und Bewirker aller Lebenserscheinungen und aller organischen Formbildung ist. Alle anderen Stoffe, welche außerdem noch im Organismus vorkommen, werden erst von diesem activen Lebensstoff gebildet, oder von außen aufgenommen. Das organische Ei, die ursprüngliche Zelle, aus welcher fast jedes Thier und jede Pflanze zuerst entsteht, besteht wesentlich nur aus einem runden Klümpchen solcher eiweißartigen Materie. Auch der Eidotter ist nur Eiweiß, mit Fettkörnchen gemengt. Oken hatte also wirklich

Recht, indem er mehr ahnend, als wissend den Satz aussprach: „Alles Organische ist aus Schleim hervorgegangen, ist Nichts als verschieden gestalteter Schleim. Dieser Urschleim ist im Meere im Verfolge der Planeten-Entwickelung aus anorganischer Materie entstanden."

Mit der Urschleimtheorie Oken's, welche wesentlich mit der neuerlichst erst fest begründeten, äußerst wichtigen Protoplasmatheorie zusammenfällt, steht eine andere, eben so großartige Idee desselben Naturphilosophen in engem Zusammenhang. Oken behauptete nämlich schon 1809, daß der durch Urzeugung im Meere entstehende Urschleim alsbald die Form von mikroskopisch kleinen Bläschen annehme, welche er Mile oder Infusorien nannte. „Die organische Welt hat zu ihrer Basis eine Unendlichkeit von solchen Bläschen." Die Bläschen entstehen aus den ursprünglichen festflüssigen Urschleimkugeln dadurch, daß die Peripherie derselben sich verdichtet. Die einfachsten Organismen sind einfache solche Bläschen oder Infusorien. Jeder höhere Organismus, jedes Thier und jede Pflanze vollkommnerer Art ist weiter Nichts als „eine Zusammenhäufung (Synthesis) von solchen infusorialen Bläschen, die durch verschiedene Combinationen sich verschieden gestalten und so zu höheren Organismen aufwachsen". Sie brauchen nun wiederum das Wort Bläschen oder Infusorium nur durch das Wort Zelle zu ersetzen, um zu einer der größten biologischen Theorien unseres Jahrhunderts, zur Zellentheorie zu gelangen. Schleiden und Schwann haben zuerst vor dreißig Jahren den empirischen Beweis geliefert, daß alle Organismen entweder einfache Zellen oder Zusammenhäufungen (Synthesen) von solchen Zellen sind; und die neuere Protoplasmatheorie hat nachgewiesen, daß der wesentlichste (und bisweilen der einzige!) Bestandtheil der echten Zelle das Protoplasma (der Urschleim) ist. Die Eigenschaften, die Oken seinen Infusorien zuschreibt, sind eben die Eigenschaften der Zellen, die Eigenschaften der elementaren Individuen, durch deren Zusammenhäufung, Verbindung und mannichfaltige Ausbildung der Bau und die Lebenserscheinungen der höheren Organismen allein zu Stande kommen.

Diese beiden, außerordentlich fruchtbaren Gedanken Oken's wurden wegen der absurden Form, in der er sie aussprach, nur wenig berücksichtigt, oder gänzlich verkannt; und es war einer viel späteren Zeit vorbehalten, dieselben durch die Erfahrung zu begründen. Im engsten Zusammenhang mit diesen Vorstellungen stand natürlich auch die Annahme einer Abstammung der einzelnen Thier- und Pflanzenarten von gemeinsamen Stammformen und einer allmählichen, stufenweisen Entwickelung der höheren Organismen aus den niederen. Diese wurde von Oken ausdrücklich behauptet, obwohl er diese Behauptung nicht näher begründete und auch nicht im Einzelnen ausführte. Auch vom Menschen behauptete Oken seine Entwickelung aus niederen Organismen: „Der Mensch ist entwickelt, nicht erschaffen". Eine Schöpfung der Organismen, als einen übernatürlichen Eingriff des Schöpfers in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie, mußte er als denkender Philosoph selbstverständlich leugnen. So viele willkürliche Verkehrtheiten und ausschweifende Phantasiesprünge sich auch in Oken's Naturphilosophie finden mögen, so können sie uns doch nicht hindern, diesen großen und ihrer Zeit weit voraus eilenden Ideen unsere gerechte Bewunderung zu zollen. So viel geht aus den angeführten Behauptungen Goethe's und Oken's, und aus den demnächst zu erörternden Ansichten Lamarck's und Geoffroy's mit Sicherheit hervor, daß in den ersten Decennien unseres Jahrhunderts Niemand der natürlichen, durch Darwin neu begründeten Entwickelungstheorie so nahe kam, als die vielverschrieene Naturphilosophie.

Fünfter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck.

Kant's dualistische Biologie. Seine Ansicht von der Entstehung der Anorgane durch mechanische, der Organismen durch zweckthätige Ursachen. Widerspruch dieser Ansicht mit seiner Hinneigung zur Abstammungslehre. Kant's genealogische Entwickelungstheorie. Beschränkung derselben durch seine Teleologie. Vergleichung der genealogischen Biologie mit der vergleichenden Sprachforschung. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaafhausen, Victor Carus, Büchner. Die französische Naturphilosophie. Lamarcks Philosophie zoologique. Lamarck's monistisches (mechanisches) Natursystem. Seine Ansichten von der Wechselwirkung der beiden organischen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpassung. Lamarck's Ansicht von der Entwickelung des Menschengeschlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Descendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die englische Naturphilosophie. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Erasmus Darwin, W. Herbert, Grant, Patrick Matthew, Freke, Herbert Spencer, Huxley. Doppeltes Verdienst von Charles Darwin.

Meine Herren! Die teleologische Naturbetrachtung, welche die Erscheinungen in der organischen Welt durch die zweckmäßige Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers oder einer zweckthätigen Endursache erklärt, führt nothwendig in ihren letzten Konsequenzen entweder zu ganz unhaltbaren Widersprüchen, oder zu einer zwiespältigen (dualistischen) Naturauffassung, welche zu der überall wahrnehmbaren Einheit und Einfachheit der obersten Naturgesetze im entschiedensten Wi-

derspruch steht. Die Philosophen, welche jener Teleologie huldigen, müssen nothwendiger Weise zwei grundverschiedene Naturen annehmen: eine anorganische Natur, welche durch mechanisch wirkende Ursachen (causae efficientes), und eine organische Natur, welche durch zweckmäßig thätige Ursachen (causae finales) erklärt werden muß. (Vergl. S. 28.)

Dieser Dualismus tritt uns auffallend entgegen, wenn wir die Naturanschauung des größten deutschen Philosophen, Kant's, betrachten, und die Vorstellungen ins Auge fassen, welche er sich von der Entstehung der Organismen bildete. Eine nähere Betrachtung dieser Vorstellungen ist hier schon deshalb geboten, weil wir in Kant einen der wenigen Philosophen verehren, welche eine gediegene naturwissenschaftliche Bildung mit einer außerordentlichen Klarheit und Tiefe der Speculation verbinden. Der Königsberger Philosoph erwarb sich nicht bloß durch Begründung der kritischen Philosophie den höchsten Ruhm unter den speculativen Philosophen, sondern auch durch seine Naturgeschichte des Himmels einen glänzenden Namen unter den Naturforschern. Gleichzeitig mit dem französischen Mathematiker Laplace, und unabhängig von demselben, begründete er eine mechanische Theorie von der Entstehung des Weltgebäudes, auf welche wir später zurückkommen werden. Kant war also Naturphilosoph im besten und reinsten Sinne des Wortes.

Wenn Sie Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft, sein bedeutendstes biologisches Werk, lesen, so gewahren Sie, daß er sich bei Betrachtung der organischen Natur wesentlich immer auf dem teleologischen oder dualistischen Standpunkt erhält, während er für die anorganische Natur unbedingt und ohne Rückhalt die mechanische oder monistische Erklärungsmethode annimmt. Er behauptet, daß sich im Gebiete der anorganischen Natur sämmtliche Erscheinungen aus mechanischen Ursachen, aus den bewegenden Kräften der Materie selbst erklären lassen, im Gebiete der organischen Natur dagegen nicht. In der gesammten Anorganologie (in der Geologie und Mineralogie, in der Meteorologie und Astronomie, in der Physik und Chemie der

anorganischen Naturkörper) sollen alle Erscheinungen blos durch Mechanismus (causa efficiens), ohne Dazwischenkunft eines Endzweckes erklärbar sein. In der gesammten Biologie dagegen, in der Botanik, Zoologie und Anthropologie, soll der Mechanismus nicht ausreichend sein, uns alle Erscheinungen zu erklären; vielmehr können wir dieselben nur durch Annahme einer zweckmäßig wirkenden Endursache (causa finalis) begreifen. An mehreren Stellen hebt Kant ausdrücklich hervor, daß man, von einem streng naturwissenschaftlich-philosophischen Standpunkt aus, für alle Erscheinungen ohne Ausnahme eine mechanische Erklärungsweise fordern müsse, und daß der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung einschließe. Zugleich meint er aber, daß gegenüber den belebten Naturkörpern, den Thieren und Pflanzen, unser menschliches Erkenntnißvermögen beschränkt sei, und nicht ausreiche, um hinter die eigentliche wirksame Ursache der organischen Vorgänge, insbesondere der Entstehung der organischen Formen, zu gelangen. Die Befugniß der menschlichen Vernunft zur mechanischen Erklärung aller Erscheinungen sei unbeschränkt, aber ihr Vermögen dazu begrenzt, indem man die organische Natur nur teleologisch betrachten könne.

Nun sind aber einige Stellen sehr merkwürdig, in denen Kant auffallend von dieser Anschauung abweicht, und mehr oder minder bestimmt den Grundgedanken der Abstammungslehre ausspricht. Er behauptet da sogar die Nothwendigkeit einer genealogischen Auffassung des organischen Systems, wenn man überhaupt zu einem wissenschaftlichen Verständniß desselben gelangen wolle. Die wichtigste und merkwürdigste von diesen Stellen findet sich in der „Methodenlehre der teleologischen Urtheilskraft" (§. 79), welche 1790 in der „Kritik der Urtheilskraft" erschien. Bei dem außerordentlichen Interesse, welches diese Stelle sowohl für die Beurtheilung der Kantischen Philosophie, als für die Geschichte der Descendenztheorie besitzt, erlaube ich mir, Ihnen dieselbe hier wörtlich mitzutheilen.

„Es ist rühmlich, mittelst einer comparativen Anatomie die große Schöpfung organisirter Naturen durchzugehen, um zu sehen: ob sich

daran nicht etwas einem System Aehnliches, und zwar dem Erzeugungsprincip nach, vorfinde, ohne daß wir nöthig haben, beim bloßen Beurtheilungsprincip, welches für die Einsicht ihrer Erzeugung keinen Aufschluß giebt, stehen zu bleiben, und muthlos allen Anspruch auf Natureinsicht in diesem Felde aufzugeben. Die Uebereinkunft so vieler Thiergattungen in einem gewissen gemeinsamen Schema, das nicht allein in ihrem Knochenbau, sondern auch in der Anordnung der übrigen Theile zum Grunde zu liegen scheint, wo bewunderungswürdige Einfalt des Grundrisses durch Verkürzung einer und Verlängerung anderer, durch Einwickelung dieser und Auswickelung jener Theile, eine so große Mannichfaltigkeit von Species hat hervorbringen können, läßt einen obgleich schwachen Strahl von Hoffnung ins Gemüth fallen, daß hier wohl Etwas mit dem Princip des Mechanismus der Natur, ohne das es ohnedies keine Naturwissenschaft geben kann, auszurichten sein möchte. Diese Analogie der Formen, so fern sie bei aller Verschiedenheit einem gemeinschaftlichen Urbilde gemäß erzeugt zu sein scheinen, verstärkt die Vermuthung einer wirklichen Verwandtschaft derselben in der Erzeugung von einer gemeinschaftlichen Urmutter durch die stufenartige Annäherung einer Thiergattung zur anderen, von derjenigen an, in welcher das Princip der Zwecke am meisten bewährt zu sein scheint, nämlich dem Menschen, bis zum Polyp, von diesem sogar bis zu Moosen und Flechten, und endlich zu der niedrigsten uns merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie: aus welcher und ihren Kräften nach mechanischen Gesetzen (gleich denen, danach sie in Krystallerzeugungen wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns in organisirten Wesen so unbegreiflich ist, daß wir uns dazu ein anderes Princip zu denken genöthigt glauben, abzustammen scheint. Hier steht es nun dem Archäologen der Natur frei, aus den übrig gebliebenen Spuren ihrer ältesten Revolutionen, nach allen ihm bekannten oder gemuthmaßten Mechanismen derselben, jene große Familie von Geschöpfen (denn so müßte man sie sich vorstellen, wenn die genannte, durchgän-

gig zusammenhängende Verwandtschaft einen Grund haben soll) entspringen zu lassen".

Wenn Sie diese merkwürdige Stelle aus Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft herausnehmen und einzeln für sich betrachten, so müssen Sie darüber erstaunen, wie tief und klar der große Denker schon damals (1790!) die innere Nothwendigkeit der Abstammungslehre erkannte, und sie als den einzig möglichen Weg zur Erklärung der organischen Natur durch mechanische Gesetze, d. h. zu einer wahrhaft wissenschaftlichen Erkenntniß bezeichnete. Auf Grund dieser einen Stelle könnte man Kant geradezu neben Goethe und Lamarck als einen der ersten Begründer der Abstammungslehre bezeichnen, und dieser Umstand dürfte bei dem hohen Ansehn, in welchem Kant's kritische Philosophie mit vollem Rechte steht, vielleicht geeignet sein, manchen Philosophen zu Gunsten derselben umzustimmen. Sobald Sie indessen diese Stelle im Zusammenhang mit dem übrigen Gedankengang der „Kritik der Urtheilskraft" betrachten, und anderen geradezu widersprechenden Stellen gegenüber halten, zeigt sich Ihnen deutlich, daß Kant in diesen und einigen ähnlichen (aber schwächeren) Sätzen über sich selbst hinausging und seinen in der Biologie gewöhnlich eingenommenen teleologischen Standpunkt verließ.

Selbst unmittelbar auf jenen wörtlich angeführten, bewunderungswürdigen Satz folgt ein Zusatz, welcher demselben die Spitze abbricht. Nachdem Kant so eben ganz richtig die „Entstehung der organischen Formen aus der rohen Materie nach mechanischen Gesetzen (gleich denen der Krystallerzeugung)", sowie eine stufenweise Entwickelung der verschiedenen Species durch Abstammung von einer gemeinschaftlichen Urmutter behauptet hatte, fügte er hinzu: „Allein er (der Archäolog der Natur, d. h. der Paläontolog) muß gleichwohl zu dem Ende dieser allgemeinen Mutter eine auf alle diese Geschöpfe zweckmäßig gestellte Organisation beilegen, widrigenfalls die Zweckform der Producte des Thier- und Pflanzenreichs ihrer Möglichkeit nach gar nicht zu denken ist". Offenbar hebt dieser Zusatz den wichtigsten Grundgedanken des vorhergehenden Satzes, daß durch die Descendenztheorie eine rein me-

chanische Erklärung der organischen Natur möglich werde, vollständig wieder auf. Und daß diese teleologische Betrachtung der organischen Natur bei Kant die herrschende war, zeigt schon die Ueberschrift des merkwürdigen §. 79, welcher jene beiden widersprechenden Sätze enthält: „Von der nothwendigen Unterordnung des Princips des Mechanismus unter das teleologische in Erklärung eines Dinges als Naturzweck".

Am schärfsten spricht sich Kant gegen die mechanische Erklärung der organischen Natur in folgender Stelle aus (§. 74): „Es ist ganz gewiß, daß wir die organisirten Wesen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechanischen Principien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können, und zwar so gewiß, daß man dreist sagen kann: Es ist für Menschen ungereimt, auch nur einen solchen Anschlag zu fassen, oder zu hoffen, daß noch etwa dereinst ein Newton aufstehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde, sondern man muß diese Einsicht dem Menschen schlechterdings absprechen". Nun ist aber dieser unmögliche Newton siebenzig Jahre später in Darwin wirklich erschienen, und seine Selectionstheorie hat die Aufgabe thatsächlich gelöst, deren Lösung Kant für absolut undenkbar erklärt hatte!

Im Anschluß an Kant und an die deutschen Naturphilosophen, mit deren Entwickelungstheorien wir uns im vorhergehenden Vortrage beschäftigt haben, erscheint es gerechtfertigt, jetzt noch kurz einiger anderer deutscher Naturforscher und Philosophen zu gedenken, welche im Laufe unseres Jahrhunderts mehr oder minder bestimmt gegen die herrschenden teleologischen Schöpfungsvorstellungen sich auflehnten, und den mechanischen Grundgedanken der Abstammungslehre geltend machten. Bald waren es mehr allgemeine philosophische Betrachtungen, bald mehr besondere empirische Wahrnehmungen, welche diese denkenden Männer auf die Vorstellung brachten, daß die einzelnen organischen Species von gemeinsamen Stammformen abstammen müßten. Unter ihnen will ich zunächst den großen deutschen Geologen

Leopold Buch hervorheben. Wichtige Beobachtungen über die geographische Verbreitung der Pflanzen führten ihn in seiner trefflichen „physikalischen Beschreibung der canarischen Inseln" zu folgendem merkwürdigen Ausspruch:

„Die Individuen der Gattungen auf Continenten breiten sich aus, entfernen sich weit, bilden durch Verschiedenheit der Standörter, Nahrung und Boden Varietäten, welche, in ihrer Entfernung nie von anderen Varietäten gekreuzt und dadurch zum Haupttypus zurückgebracht, endlich constant und zur eignen Art werden. Dann erreichen sie vielleicht auf anderen Wegen auf das Neue die ebenfalls veränderte vorige Varietät, beide nun als sehr verschiedene und sich nicht wieder mit einander vermischende Arten. Nicht so auf Inseln. Gewöhnlich in enge Thäler, oder in den Bezirk schmaler Zonen gebannt, können sich die Individuen erreichen und jede gesuchte Fixirung einer Varietät wieder zerstören. Es ist dies ungefähr so, wie Sonderbarkeiten oder Fehler der Sprache zuerst durch das Haupt einer Familie, dann durch Verbreitung dieser selbst, über einen ganzen Distrikt einheimisch werden. Ist dieser abgesondert und isolirt, und bringt nicht die stete Verbindung mit andern die Sprache auf ihre vorige Reinheit zurück, so wird aus dieser Abweichung ein Dialekt. Verbinden natürliche Hindernisse, Wälder, Verfassung, Regierung die Bewohner des abweichenden Distrikts noch enger, und trennen sie sie noch schärfer von den Nachbarn, so fixirt sich der Dialekt, und es wird eine völlig verschiedene Sprache." (Uebersicht der Flora auf den Canarien, S. 133).

Sie sehen, daß Buch hier auf den Grundgedanken der Abstammungslehre durch die Erscheinungen der Pflanzengeographie geführt wird, ein biologisches Gebiet, welches in der That eine Masse von Beweisen zu Gunsten derselben liefert. Darwin hat diese Beweise in zwei besonderen Kapiteln seines Werkes (dem elften und zwölften) ausführlich erörtert. Buch's Bemerkung ist aber auch deshalb von Interesse, weil sie uns auf die äußerst lehrreiche Vergleichung der verschiedenen Sprachzweige und der Organismenarten führt, eine Vergleichung, welche sowohl für die vergleichende Sprachwissenschaft, als für die

vergleichende Thier- und Pflanzenkunde vom größten Nutzen ist. Gleichwie z. B. die verschiedenen Dialecte, Mundarten, Sprachäste und Sprachzweige der deutschen, slavischen, griechisch-lateinischen und iranisch-indischen Grundsprache von einer einzigen gemeinschaftlichen indogermanischen Ursprache abstammen, und gleichwie sich deren Unterschiede durch die Anpassung, ihre gemeinsamen Grundcharaktere durch die Vererbung erklären, so stammen auch die verschiedenen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen der Wirbelthiere von einer einzigen gemeinschaftlichen Wirbelthierform ab; auch hier ist die Anpassung die Ursache der Verschiedenheiten, die Vererbung die Ursache des gemeinsamen Grundcharakters. Einer unserer ersten vergleichenden Sprachforscher, August Schleicher hat diesen Parallelismus vortrefflich erörtert [6]).

Von anderen hervorragenden deutschen Naturforschern, die sich mehr oder minder bestimmt für die Descendenztheorie aussprachen, und die auf ganz verschiedenen Wegen zu derselben hingeführt wurden, habe ich zunächst Carl Ernst Bär zu nennen, den großen Reformator der thierischen Entwickelungsgeschichte. In einem 1834 gehaltenen Vortrage, betitelt: „Das allgemeinste Gesetz der Natur in aller Entwickelung" erläutert derselbe vortrefflich, daß nur eine ganz kindische Naturbetrachtung die organischen Arten als bleibende und unveränderliche Typen ansehen könne, und daß im Gegentheil dieselben nur vorübergehende Zeugungsreihen sein können, die durch Umbildung aus gemeinsamen Stammformen sich entwickelt haben. Dieselbe Ansicht begründete Bär später (1859) durch die Gesetze der geographischen Verbreitung der Organismen.

J. M. Schleiden, welcher vor 25 Jahren hier in Jena durch seine streng empirisch-philosophische und wahrhaft wissenschaftliche Methode eine neue Epoche für die Pflanzenkunde begründete, erläuterte in seinen bahnbrechenden Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik [7]) die philosophische Bedeutung des organischen Speciesbegriffes, und zeigte, daß derselbe nur in dem allgemeinen Gesetze der Specification seinen subjectiven Ursprung habe. Die verschiedenen Pflan-

zenarten sind nur die specificirten Producte der Pflanzenbildungstriebe, welche durch die verschiedenen Combinationen der Grundkräfte der organischen Materie entstehen.

Der ausgezeichnete Wiener Botaniker F. Unger wurde durch seine gründlichen und umfassenden Untersuchungen über die ausgestorbenen Pflanzenarten zu einer paläontologischen Entwickelungsgeschichte des Pflanzenreichs geführt, welche den Grundgedanken der Abstammungslehre klar ausspricht. In seinem „Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt“ (1852) behauptet er die Abstammung aller verschiedenen Pflanzenarten von einigen wenigen Stammformen, und vielleicht von einer einzigen Urpflanze, einer einfachsten Pflanzenzelle. Er zeigt, daß diese Anschauungsweise von dem genetischen Zusammenhang aller Pflanzenformen nicht nur physiologisch nothwendig, sondern auch empirisch begründet sei [8]).

Victor Carus in Leipzig that in der Einleitung zu seinem 1853 erschienenen trefflichen „System der thierischen Morphologie“ [9]), welches die allgemeinen Bildungsgesetze des Thierkörpers durch die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte philosophisch zu begründen versucht, folgenden Ausspruch: „Die in den ältesten geologischen Lagern begrabenen Organismen sind als die Urahnen zu betrachten, aus denen durch fortgesetzte Zeugung und Akkommodation an progressiv sehr verschiedene Lebensverhältnisse der Formenreichthum der jetzigen Schöpfung entstand“.

In demselben Jahre (1853) erklärte sich der verdiente Anthropologe Schaaffhausen in einem Aufsatze „über Beständigkeit und Umwandlung der Arten“ entschieden zu Gunsten der Descendenztheorie. Die lebenden Pflanzen- und Thierarten sind nach ihm die umgebildeten Nachkommen der ausgestorbenen Species, aus denen sie durch allmähliche Umbildung entstanden sind. Das Auseinanderweichen (die Divergenz oder Sonderung) der nächstverwandten Arten geschieht durch Zerstörung der verbindenden Zwischenstufen. Auch für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts und seine allmähliche Entwickelung aus affenähnlichen Thieren, die wichtigste Con-

sequenz der Abstammungslehre, sprach sich Schaffhausen (1857) schon mit Bestimmtheit aus.

Endlich ist von deutschen Naturphilosophen noch Louis Büchner hervorzuheben, welcher in seinem weitverbreiteten, allgemein verständlichen Buche „Kraft und Stoff“ 1855 ebenfalls die Grundzüge der Descendenztheorie selbstständig entwickelte, und zwar vorzüglich auf Grund der unwiderleglichen empirischen Zeugnisse, welche uns die paläontologische und die individuelle Entwickelung der Organismen, sowie ihre vergleichende Anatomie, und der Parallelismus dieser Entwickelungsreihen liefert. Büchner zeigte sehr einleuchtend, daß schon hieraus eine Entstehung der verschiedenen organischen Species aus gemeinsamen Stammformen nothwendig folge, und daß die Entstehung dieser ursprünglichen Stammformen nur durch Urzeugung denkbar sei[10].

Von den deutschen Naturphilosophen wenden wir uns nun zu den französischen, welche ebenfalls seit dem Beginne unseres Jahrhunderts die Entwickelungstheorie vertraten.

An der Spitze der französischen Naturphilosophie steht Jean Lamarck, welcher in der Geschichte der Abstammungslehre neben Darwin und Goethe den ersten Platz einnimmt. Ihm wird der unsterbliche Ruhm bleiben, zum ersten Male die Descendenztheorie als selbstständige wissenschaftliche Theorie ersten Ranges durchgeführt und als die naturphilosophische Grundlage der ganzen Biologie festgestellt zu haben. Obwohl Lamarck bereits 1744 geboren wurde, begann er doch mit Veröffentlichung seiner Theorie erst im Beginn unseres Jahrhunderts, im Jahre 1801, und begründete dieselbe erst ausführlicher 1809, in seiner klassischen „Philosophie zoologique“[2]. Dieses bewunderungswürdige Werk ist die erste zusammenhängende und streng bis zu allen Consequenzen durchgeführte Darstellung der Abstammungslehre. Durch die rein mechanische Betrachtungsweise der organischen Natur und die streng philosophische Begründung von deren Nothwendigkeit erhebt sich Lamarck's Werk weit über die vorherrschend dualistischen Anschauungen seiner Zeit, und bis auf Dar-

win's Werk, welches gerade ein halbes Jahrhundert später erschien, finden wir kein zweites, welches wir der Philosophie zoologique an die Seite setzen könnten. Wie weit dieselbe ihrer Zeit vorauseilte, geht wohl am besten daraus hervor, daß sie von den Meisten gar nicht verstanden und fünfzig Jahre hindurch todtgeschwiegen wurde. Lamarck's größter Gegner, Cuvier, erwähnt in seinem Bericht über die Fortschritte der Naturwissenschaften, in welchem die unbedeutendsten anatomischen Untersuchungen Aufnahme fanden, dieses epochemachende Werk mit keinem Worte. Auch Goethe, welcher sich so lebhaft für die französische Naturphilosophie, für „die Gedanken der verwandten Geister jenseits des Rheins", interessirte, gedenkt Lamarck's nirgends, und scheint die Philosophie zoologique gar nicht gekannt zu haben. Den hohen Ruf, welchen Lamarck sich als Naturforscher erwarb, verdankt derselbe nicht seinem höchst bedeutenden allgemeinen Werke, sondern zahlreichen speciellen Arbeiten über niedere Thiere, insbesondere Mollusken, sowie einer ausgezeichneten „Naturgeschichte der wirbellosen Thiere", welche 1815—1822 in sieben Bänden erschien. Der erste Band dieses berühmten Werkes (1815) enthält in der allgemeinen Einleitung ebenfalls eine ausführliche Darstellung seiner Abstammungslehre. Von der ungemeinen Bedeutung der Philosophie zoologique kann ich Ihnen vielleicht keine bessere Vorstellung geben, als wenn ich Ihnen daraus einige der wichtigsten Sätze wörtlich anführe:

„Die systematischen Eintheilungen, die Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, sowie deren Benennung sind willkürliche Kunsterzeugnisse des Menschen. Die Arten oder Species der Organismen sind von ungleichem Alter, nach einander entwickelt und zeigen nur eine relative, zeitweilige Beständigkeit; aus Varietäten gehen Arten hervor. Die Verschiedenheit in den Lebensbedingungen wirkt verändernd auf die Organisation, die allgemeine Form und die Theile der Thiere ein, ebenso der Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe. Im ersten Anfang sind nur die allereinfachsten und niedrigsten Thiere und Pflanzen entstanden und erst zuletzt diejenigen von

der höchst zusammengesetzten Organisation. Der Entwickelungsgang der Erde und ihrer organischen Bevölkerung war ganz continuirlich, nicht durch gewaltsame Revolutionen unterbrochen. Das Leben ist nur ein physikalisches Phänomen. Alle Lebenserscheinungen beruhen auf mechanischen, auf physikalischen und chemischen Ursachen, die in der Beschaffenheit der organischen Materie selbst liegen. Die einfachsten Thiere und die einfachsten Pflanzen, welche auf der tiefsten Stufe der Organisationsleiter stehen, sind entstanden und entstehen noch heute durch Urzeugung (Generatio spontanea). Alle lebendigen Naturkörper oder Organismen sind denselben Naturgesetzen, wie die leblosen Naturkörper oder die Anorgane unterworfen. Die Ideen und Thätigkeiten des Verstandes sind Bewegungserscheinungen des Centralnervensystems. Der Wille ist in Wahrheit niemals frei. Die Vernunft ist nur ein höherer Grad von Entwickelung und Verbindung der Urtheile."

Das sind nun in der That erstaunlich kühne, großartige und weitreichende Ansichten, welche Lamarck vor 60 Jahren in diesen Sätzen niederlegte, und zwar zu einer Zeit, in welcher deren Begründung durch massenhafte Thatsachen nicht entfernt so, wie heutzutage, möglich war. Sie sehen, daß Lamarck's Werk eigentlich ein vollständiges, streng monistisches (mechanisches) Natursystem ist, daß alle wichtigen allgemeinen Grundsätze der monistischen Biologie bereits von ihm vertreten werden: Die Einheit der wirkenden Ursachen in der organischen und anorganischen Natur, der letzte Grund dieser Ursachen in den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Materie, der Mangel einer besonderen Lebenskraft oder einer organischen Endursache; die Abstammung aller Organismen von einigen wenigen, höchst einfachen Stammformen oder Urwesen, welche durch Urzeugung aus anorganischen Materien entstanden sind; der zusammenhängende Verlauf der ganzen Erdgeschichte, und der Mangel der gewaltsamen und totalen Erdrevolutionen, und überhaupt die Undenkbarkeit jedes Wunders, jedes übernatürlichen Eingriffs in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie.

Daß Lamarck's bewunderungswürdige Geistesthat fast gar keine Anerkennung fand, liegt theils in der ungeheuren Weite des Riesenschritts, mit welchem er dem folgenden halben Jahrhundert vorauseilte, theils aber auch in der mangelhaften empirischen Begründung derselben, und in der oft etwas einseitigen Art seiner Beweisführung. Als die nächsten mechanischen Ursachen, welche die beständige Umbildung der organischen Formen bewirken, erkennt Lamarck ganz richtig die Verhältnisse der Anpassung an, während er die Formähnlichkeit der verschiedenen Arten, Gattungen, Familien u. s. w. mit vollem Rechte auf ihre Blutsverwandtschaft zurückführt, also durch die Vererbung erklärt. Die Anpassung besteht nach ihm darin, daß die beständige langsame Veränderung der Außenwelt eine entsprechende Veränderung in den Thätigkeiten und dadurch auch weiter in den Formen der Organismen bewirkt. Das größte Gewicht legt er dabei auf die Wirkung der Gewohnheit, auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Allerdings ist dieser, wie Sie später sehen werden, für die Umbildung der organischen Formen von der höchsten Bedeutung. Allein in der Weise, wie Lamarck hieraus allein oder doch vorwiegend die Veränderung der Formen erklären wollte, ist das meistens doch nicht möglich. Er sagt z. B., daß der lange Hals der Giraffe entstanden sei durch das beständige Hinaufrecken des Halses nach hohen Bäumen, und das Bestreben, die Blätter von deren Aesten zu pflücken; da die Giraffe meistens in trockenen Gegenden lebt, wo nur das Laub der Bäume ihr Nahrung gewährt, war sie zu dieser Thätigkeit gezwungen. Ebenso sind die langen Zungen der Spechte, Colibris und Ameisenfresser durch die Gewohnheit entstanden, ihre Nahrung aus engen, schmalen und tiefen Spalten oder Kanälen herauszuholen. Die Schwimmhäute zwischen den Zehen der Schwimmfüße bei Fröschen und anderen Wasserthieren sind lediglich durch das fortwährende Bemühen zu schwimmen, durch das Schlagen der Füße in das Wasser, durch die Schwimmbewegungen selbst entstanden. Durch Vererbung auf die Nachkommen wurden diese Gewohnheiten befestigt und durch weitere Ausbildung derselben schließ-

lich die Organe ganz umgebildet. So richtig im Ganzen dieser Grundgedanke ist, so legt doch Lamarck zu ausschließlich das Gewicht auf die Gewohnheit (Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe), allerdings eine der wichtigsten, aber nicht die einzige Ursache der Formveränderung. Dies kann uns jedoch nicht hindern, anzuerkennen, daß Lamarck die Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Anpassung und Vererbung, ganz richtig begriff. Nur fehlte ihm dabei das äußerst wichtige Princip der „natürlichen Züchtung im Kampfe um das Dasein", mit welchem Darwin uns erst 50 Jahre später bekannt machte.

Als ein besonderes Verdienst Lamarck's ist nun noch hervorzuheben, daß er bereits versuchte, die Entwickelung des Menschengeschlechts aus anderen, zunächst affenartigen Säugethieren darzuthun. Auch hier war es wieder in erster Linie die Gewohnheit, der er den umbildenden, veredelnden Einfluß zuschrieb. Er nahm also an, daß die niedersten, ursprünglichsten Urmenschen entstanden seien aus den menschenähnlichsten Affen, indem die letzteren sich angewöhnt hätten, aufrecht zu gehen. Die Erhebung des Rumpfes, das beständige Streben, sich aufrecht zu erhalten, führte zunächst zu einer Umbildung der Gliedmaßen, zu einer stärkeren Differenzirung oder Sonderung der vorderen und hinteren Extremitäten, welche mit Recht als einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Menschen und Affen gilt. Hinten entwickelten sich Waden und platte Fußsohlen, vorn Greifarme und Hände. Der aufrechte Gang hatte zunächst eine freiere Umschau über die Umgebung zur Folge, und damit einen bedeutenden Fortschritt in der geistigen Entwickelung. Die Menschenaffen erlangten dadurch bald ein großes Uebergewicht über die anderen Affen, und weiterhin überhaupt über die umgebenden Organismen. Um die Herrschaft über diese zu behaupten, thaten sie sich in Gesellschaften zusammen, und es entwickelte sich, wie bei allen gesellig lebenden Thieren, das Bedürfniß einer Mittheilung ihrer Bestrebungen und Gedanken. So entstand das Bedürfniß der Sprache, deren anfangs rohe, ungegliederte Laute bald mehr und mehr in Verbindung

gesetzt, ausgebildet und artikulirt wurden. Die Entwickelung der artikulirten Sprache war nun wieder der stärkste Hebel für eine weiter fortschreitende Entwickelung des Organismus und vor Allem des Gehirns, und so verwandelten sich allmählich und langsam die Affenmenschen in echte Menschen. Die wirkliche Abstammung der niedersten und rohesten Urmenschen von den höchst entwickelten Affen wurde also von Lamarck bereits auf das bestimmteste behauptet, und durch eine Reihe der wichtigsten Beweisgründe unterstützt.

Als der bedeutendste der französischen Naturphilosophen gilt gewöhnlich nicht Lamarck, sondern Etienne Geoffroy St. Hilaire (der Aeltere), geb. 1771, derjenige, für welchen auch Goethe sich besonders interessirte, und den wir oben bereits als den entschiedensten Gegner Cuvier's kennen gelernt haben. Er entwickelte seine Ideen von der Umbildung der organischen Species bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, veröffentlichte dieselben aber erst im Jahre 1828, und vertheidigte sie dann in den folgenden Jahren, besonders 1830, tapfer gegen Cuvier. Geoffroy S. Hilaire nahm im Wesentlichen die Descendenztheorie Lamarck's an, glaubte jedoch, daß die Umbildung der Thier- und Pflanzenarten weniger durch die eigene Thätigkeit des Organismus, (durch Gewohnheit, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe) bewirkt werde, als vielmehr durch den „Monde ambiant", d. h. durch die beständige Veränderung der Außenwelt, insbesondere der Atmosphäre. Er faßt den Organismus gegenüber den Lebensbedingungen der Außenwelt mehr passiv oder leidend auf, Lamarck dagegen mehr activ oder handelnd. Geoffroy glaubt z. B., daß bloß durch Verminderung der Kohlensäure in der Atmosphäre aus eidechsenartigen Reptilien die Vögel entstanden seien, indem durch den größeren Sauerstoffgehalt der Athmungsprozeß lebhafter und energischer wurde. Dadurch entstand eine höhere Bluttemperatur, eine gesteigerte Nerven- und Muskelthätigkeit, aus den Schuppen der Reptilien wurden die Federn der Vögel u. s. w. Auch dieser Vorstellung liegt ein richtiger Gedanke zu Grunde. Aber wenn auch gewiß die Veränderung der Atmosphäre

wie die Veränderung jeder andern äußern Existenzbedingung, auf den Organismus direkt oder indirekt umgestaltend einwirkt, so ist dennoch diese einzelne Ursache an sich viel zu unbedeutend, um ihr solche Wirkungen zuzuschreiben. Sie ist selbst unbedeutender, als die von Lamarck zu einseitig betonte Uebung und Gewohnheit. Das Hauptverdienst von Geoffroy besteht darin, dem mächtigen Einflusse von Cuvier gegenüber die einheitliche Naturanschauung, die Einheit der organischen Formbildung und den tiefen genealogischen Zusammenhang der verschiedenen organischen Gestalten geltend gemacht zu haben. Die berühmten Streitigkeiten zwischen den beiden großen Gegnern in der Pariser Akademie, insbesondere die heftigen Conflicte am 22sten Februar und am 19. Juli 1830, an denen Goethe den lebendigsten Antheil nahm, habe ich bereits in dem vorhergehenden Vortrage erwähnt (S. 72, 73). Damals blieb Cuvier der anerkannte Sieger, und seit jener Zeit ist in Frankreich sehr Wenig oder eigentlich Nichts mehr für die weitere Entwickelung der Abstammungslehre, für den Ausbau einer monistischen Entwickelungstheorie geschehen. Offenbar ist dies vorzugsweise dem hinderlichen Einflusse zuzuschreiben, welchen Cuvier's große Autorität ausübte. Noch heute sind die meisten französischen Naturforscher Schüler und blinde Anhänger Cuvier's. In keinem wissenschaftlich gebildeten Lande Europa's hat Darwin's Lehre so wenig gewirkt und ist sie so wenig verstanden worden, wie in Frankreich, so daß wir auf die französischen Naturforscher im weitern Verlauf unserer Betrachtungen uns gar nicht mehr zu beziehen brauchen. Höchstens könnten wir von den neuern französischen Naturforschern noch zwei angesehene Botaniker hervorheben, Naudin (1852) und Lecoq (1854), welche sich zu Gunsten der Veränderlichkeit und Umbildung der Arten auszusprechen wagten.

Nachdem wir nun die älteren Verdienste der deutschen und französischen Naturphilosophie um die Begründung der Abstammungslehre erörtert haben, wenden wir uns zu dem dritten (und in sehr vielen Beziehungen dem ersten!) großen Kulturlande Europas, zu dem freien England, welches in den letzten zehn Jahren der Hauptsitz und

der eigentliche Ausgangsheerd für die weitere Ausbildung und die definitive Feststellung der Entwickelungstheorie geworden ist. Im Anfange unseres Jahrhunderts haben die Engländer, welche sonst immer so lebendig an jedem großen wissenschaftlichen Fortschritt der Menschheit Theil nehmen, und die ewigen Wahrheiten der Naturwissenschaft in erster Linie fördern, an der festländischen Naturphilosophie und an deren bedeutendstem Fortschritt, der Descendenztheorie, nur wenig Antheil gewonnen. Fast der einzige ältere englische Naturforscher, den wir hier zu nennen haben, ist Erasmus Darwin, der Großvater des Reformators der Descendenztheorie. Er veröffentlichte im Jahre 1794 unter dem Titel „Zoonomia" ein naturphilosophisches Werk, in welchem er ganz ähnliche Ansichten, wie Goethe und Lamarck ausspricht, ohne jedoch von diesen Männern damals irgend Etwas gewußt zu haben. Die Descendenztheorie lag offenbar schon damals in der Luft. Auch Erasmus Darwin legt großes Gewicht auf die Umgestaltung der Thier- und Pflanzenarten durch ihre eigene Lebensthätigkeit, durch die Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen u. s. w. Sodann spricht sich im Jahre 1822 W. Herbert dahin aus, daß die Arten oder Species der Thiere und Pflanzen Nichts weiter seien, als beständig gewordene Varietäten oder Spielarten. Ebenso erklärte 1826 Grant in Edinburg, als er die Fortpflanzungsorgane der Schwämme entdeckte, daß neue Arten durch fortdauernde Umbildung aus bestehenden Arten hervorgehen. Schon 1831 sprach Patrik Matthew Ansichten über die Entstehung der Arten aus, welche Charles Darwin's Züchtungstheorie sehr nahe kamen, aber damals gar nicht beachtet wurden. 1851 behauptete Freke, daß alle organischen Wesen von einer einzigen Urform abstammen müßten. Ausführlicher und in sehr klarer philosophischer Form bewies 1852 Herbert Spencer die Nothwendigkeit der Abstammungslehre und begründete dieselbe näher in seinen 1858 erschienenen vortrefflichen „Essays" und in den später veröffentlichten „Principles of Biology". Derselbe hat zugleich das große Verdienst, die Entwickelungstheorie auf die Psychologie angewandt

und gezeigt zu haben, daß auch die Seelenthätigkeiten und die Geisteskräfte nur stufenweise erworben und allmählich entwickelt werden konnten. Endlich ist noch hervorzuheben, daß 1859 der Erste unter den englischen Zoologen, Huxley, die Descendenztheorie als die einzige Schöpfungshypothese bezeichnete, welche mit der wissenschaftlichen Physiologie vereinbar sei.

Sämmtliche Naturforscher und Philosophen, welche Sie in dieser kurzen historischen Uebersicht als Anhänger der Entwickelungstheorie kennen gelernt haben, gelangten im besten Falle zu der Anschauung, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten, die zu irgend einer Zeit auf der Erde gelebt haben und jetzt noch leben, die allmählich veränderten und umgebildeten Nachkommen sind von einer einzigen, oder von einigen wenigen, ursprünglichen, höchst einfachen Stammformen, welche letztere einst durch Urzeugung (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Aber Keiner von jenen Naturphilosophen gelangte dazu, diesen Grundgedanken der Abstammungslehre ursächlich zu begründen, und die Umbildung der organischen Species durch den wahren Nachweis ihrer mechanischen Ursachen wirklich zu erklären. Diese schwierigste Aufgabe vermochte erst Charles Darwin zu lösen, und hierin liegt die weite Kluft, welche denselben von seinen Vorgängern trennt.

Das außerordentliche Verdienst Charles Darwin's ist nach meiner Ansicht ein doppeltes: er hat erstens die Abstammungslehre, deren Grundgedanken schon Goethe und Lamarck klar aussprachen, viel umfassender entwickelt, viel eingehender nach allen Seiten verfolgt, und viel strenger im Zusammenhang durchgeführt, als alle seine Vorgänger; und er hat zweitens eine neue Theorie aufgestellt, welche uns die natürlichen Ursachen der organischen Entwickelung, die wirkenden Ursachen (Causae efficientes) der organischen Formbildung, der Veränderungen und Umformungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt. Diese Theorie ist es, welche wir die Züchtungslehre oder Selectionstheorie, oder genauer die Theorie von der natürlichen Züchtung (Selectio naturalis) nennen.

Wenn Sie bedenken, daß (abgesehen von den wenigen vorher angeführten Ausnahmen) die gesammte Biologie vor Darwin den entgegengesetzten Anschauungen huldigte, und daß fast bei allen Zoologen und Botanikern die absolute Selbstständigkeit der organischen Species als selbstverständliche Voraussetzung aller Formbetrachtungen galt, so werden Sie jenes doppelte Verdienst Darwin's gewiß nicht gering anschlagen. Das falsche Dogma von der Beständigkeit und unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten hatte eine so hohe Autorität und eine so allgemeine Geltung gewonnen, und wurde außerdem durch den trügenden Augenschein bei oberflächlicher Betrachtung so sehr begünstigt, daß wahrlich kein geringer Grad von Muth, Kraft und Verstand dazu gehörte, sich reformatorisch gegen jenes allmächtige Dogma zu erheben und das künstlich darauf errichtete Lehrgebäude zu zertrümmern. Außerdem brachten aber Darwin und Wallace noch den neuen und höchst wichtigen Grundgedanken der „natürlichen Züchtung" zu Lamarck's und Goethe's Abstammungslehre hinzu.

Man muß diese beiden Punkte scharf unterscheiden, — freilich geschieht es gewöhnlich nicht, — man muß scharf unterscheiden erstens die Abstammungslehre oder Descendenztheorie von Lamarck, welche bloß behauptet, daß alle Thier- und Pflanzenarten von gemeinsamen, einfachsten, spontan entstandenen Urformen abstammen — und zweitens die Züchtungslehre oder Selectionstheorie von Darwin, welche uns zeigt, warum diese fortschreitende Umbildung der organischen Gestalten stattfand, welche mechanisch wirkenden Ursachen die ununterbrochene Neubildung und immer größere Mannichfaltigkeit der Thiere und Pflanzen bedingen.

Sechster Vortrag.

Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin.

Charles Lyell's Grundsätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeschichte der Erde. Entstehung der größten Wirkungen durch Summirung der kleinsten Ursachen. Entstehung der Gebirge durch langsame, sehr lange Zeit fortdauernde Hebungen und Senkungen des Erdbodens. Unbegrenzte Länge der geologischen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvierschen Schöpfungsgeschichte. Begründung des ununterbrochenen Zusammenhangs der geschichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographische Notizen über Charles Darwin. Seine wissenschaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's neuestes Werk. Sein Studium der Hausthiere und Culturpflanzen. Hohe Bedeutung dieses Studiums. Andreas Wagner's Ansicht von der besonderen Schöpfung der Culturorganismen für den Menschen. Der Baum des Erkenntnisses im Paradies. Vergleichung der wilden und der Culturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Unendliche Verschiedenheit der Taubenrassen und gemeinsame Abstammung derselben von einer einzigen Stammart.

Meine Herren! In den letzten drei Jahrzehnten, welche vor dem Erscheinen von Darwin's Werk verflossen, vom Jahre 1830—1859, blieben in den organischen Naturwissenschaften die Schöpfungsvorstellungen durchaus herrschend, welche von Cuvier eingeführt waren. Man bequemte sich zu der unwissenschaftlichen Annahme, daß im Ver-

laufe der Erdgeschichte eine Reihe von unerklärlichen Erdrevolutionen periodisch die ganze Thier- und Pflanzenwelt vernichtet habe, und daß am Ende jeder Revolution, beim Beginn einer neuen Periode, eine neue, vermehrte und verbesserte Auflage der organischen Bevölkerung erschienen sei. Trotzdem die Anzahl dieser Schöpfungsauflagen durchaus streitig und in Wahrheit gar nicht festzustellen war, trotzdem die zahlreichen Fortschritte, welche in allen Gebieten der Zoologie und Botanik während dieser Zeit gemacht wurden, auf die Unhaltbarkeit jener bodenlosen Hypothese Cuvier's und auf die Wahrheit der natürlichen Entwickelungstheorie Lamarck's immer dringender hinwiesen, blieb dennoch die erstere fast allgemein bei den Biologen in Geltung. Dies ist vor Allem der hohen Autorität zuzuschreiben, welche sich Cuvier erworben hatte, und es zeigt sich hier wieder schlagend, wie schädlich der Glaube an eine bestimmte Autorität dem Entwickelungsleben der Menschheit wird, die Autorität, von der Goethe einmal treffend sagt; daß sie im Einzelnen verewigt, was einzeln vorübergehen sollte, daß sie ablehnt und an sich vorübergehen läßt, was festgehalten werden sollte, und daß sie hauptsächlich Schuld ist, wenn die Menschheit nicht vom Flecke kommt.

Nur durch das große Gewicht von Cuvier's Autorität, und durch die gewaltige Macht der menschlichen Trägheit, welche sich schwer entschließt, von dem breitgetretenen Wege der alltäglichen Vorstellungen abzugehen, und neue, noch nicht bequem gebahnte Pfade zu betreten, läßt es sich begreifen, daß Lamarck's Descendenztheorie erst 1859 zur Geltung gelangte, nachdem Darwin ihr ein neues Fundament gegeben hatte. Der empfängliche Boden für dieselbe war längst vorbereitet, ganz besonders durch das Verdienst eines anderen englischen Naturforschers, Charles Lyell, auf dessen hohe Bedeutung für die „natürliche Schöpfungsgeschichte“ wir hier nothwendig einen Blick werfen müssen.

Unter dem Titel: Grundsätze der Geologie (Principles of geology)[11]) veröffentlichte Charles Lyell 1830 ein Werk, welches die Geologie, die Entwickelungsgeschichte der Erde, von Grund aus

umgestaltete, und dieselbe in ähnlicher Weise reformirte, wie 30 Jahre später Darwin's Werk die Biologie. Lyell's epochemachendes Buch, welches Cuvier's Schöpfungshypothese an der Wurzel zerstörte, erschien in demselben Jahre, in welchem Cuvier seine großen Triumphe über die Naturphilosophie feierte, und seine Oberherrschaft über das morphologische Gebiet auf drei Jahrzehnte hinaus befestigte. Während Cuvier durch seine künstliche Schöpfungshypothese und die damit verbundene Revolutionstheorie einer natürlichen Entwickelungstheorie geradezu den Weg verlegte und den Faden der natürlichen Erklärung abschnitt, brach Lyell derselben wieder freie Bahn, und führte einleuchtend den geologischen Beweis, daß jene dualistischen Vorstellungen Cuvier's ebensowohl ganz unbegründet, als auch ganz überflüssig seien. Er wies nach, daß diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche noch jetzt unter unsern Augen vor sich gehen, vollkommen hinreichend seien, Alles zu erklären, was wir von der Entwickelung der Erdrinde überhaupt wissen, und daß es vollständig überflüssig und unnütz sei, in räthselhaften Revolutionen die unerklärlichen Ursachen dafür zu suchen. Er zeigte, daß man weiter Nichts zu Hülfe zu nehmen brauche, als außerordentlich lange Zeiträume, um die Entstehung des Baues der Erdrinde auf die einfachste und natürlichste Weise aus denselben Ursachen zu erklären, welche noch heutzutage wirksam sind. Viele Geologen hatten sich früher gedacht, daß die höchsten Gebirgsketten, welche auf der Erdoberfläche hervortreten, ihren Ursprung nur ungeheuren, einen großen Theil der Erdoberfläche umgestaltenden Revolutionen, insbesondere colossalen vulkanischen Ausbrüchen verdanken könnten. Solche Bergketten z. B. wie die Alpen, oder wie die Cordilleren, sollten auf einmal aus dem feuerflüssigen Erdinnern durch einen ungeheuren Spalt der weit geborstenen Erdrinde emporgestiegen sein. Lyell zeigte dagegen, daß wir uns die Entwickelung solcher ungeheurer Gebirgsketten aus denselben langsamen, unmerklichen Hebungen der Erdoberfläche erklären können, die noch jetzt fortwährend vor sich gehen, und deren Ursachen keineswegs wunderbar sind. Diese Hebungen und Senkungen, wenn auch

langsam und unmerklich vor sich gehend, können die größten Erfolge erreichen, wenn sie nur einen hinlänglich großen Zeitraum hindurch ihre Wirksamkeit entfalten. Es ist bekannt, daß an zahlreichen Stellen der Erde noch jetzt eine beständige langsame Senkung der Küste sich nachweisen läßt, ebenso wie an anderen Stellen eine Hebung; Senkungen und Hebungen, die vielleicht im Jahrhundert nur ein paar Zoll oder höchstens einige Fuß betragen. Sobald diese Hebungen Millionen oder Milliarden von Jahren andauern, so genügen dieselben vollständig, um die höchsten Gebirgsketten hervortreten zu lassen, ohne daß dazu jene räthselhaften und unbegreiflichen Revolutionen nöthig wären. Auch die meteorologische Thätigkeit der Atmosphäre, die Wirksamkeit des Regens und des Schnees, ferner die Brandung der Küste, welche an und für sich nur unbedeutend zu wirken scheinen, müssen die größten Veränderungen hervorbringen, wenn man nur hinlänglich große Zeiträume für deren Wirksamkeit in Anspruch nimmt. Die Summirung der kleinsten Ursachen bringt die größten Wirkungen hervor. Der Wassertropfen höhlt den Stein aus.

Auf die unermeßliche Länge der geologischen Zeiträume, welche hierzu erforderlich sind, müssen wir nothwendig später noch einmal zurückkommen, da, wie Sie sehen werden, auch für Darwin's Theorie, ebenso wie für diejenige Lyell's, die Annahme ganz ungeheurer Zeitmaaße absolut unentbehrlich ist. Wenn die Erde und ihre Organismen sich wirklich auf natürlichem Wege entwickelt haben, so muß diese langsame und allmähliche Entwickelung jedenfalls eine Zeitdauer in Anspruch genommen haben, deren Vorstellung unser Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Da Viele aber gerade hierin eine Hauptschwierigkeit jener Entwickelungstheorien erblicken, so will ich hier schon von vornherein bemerken, daß wir nicht einen einzigen vernünftigen Grund haben, irgend wie uns die hierzu erforderliche Zeit beschränkt zu denken. Wenn nicht allein viele Laien, sondern selbst hervorragende Naturforscher, z. B. Liebig, als Haupteinwand gegen diese Theorien einwerfen, daß dieselben willkürlich zu lange Zeiträume in Anspruch nähmen, so ist dieser Einwand kaum zu begreifen. Denn

es ist absolut nicht einzusehen, was uns in der Annahme derselben irgendwie beschränken sollte. Wir wissen längst allein schon aus dem Bau der geschichteten Erdrinde, daß die Entstehung derselben, der Absatz der geschichteten Steine aus dem Wasser, allermindestens mehrere Millionen Jahre gedauert haben muß. Ob wir aber hypothetisch für diesen Prozeß zehn Millionen oder zehntausend Billionen Jahre annehmen, ist vom Standpunkte der strengsten Naturphilosophie gänzlich gleichgültig. Vor uns und hinter uns liegt die Ewigkeit. Wenn sich bei Vielen gegen die Annahme von so ungeheuren Zeiträumen das Gefühl sträubt, so ist das die Folge der falschen Vorstellungen, welche uns von frühester Jugend an über die verhältnißmäßig kurze, nur wenige Jahrtausende umfassende Geschichte der Erde eingeprägt werden. Wie Albert Lange in seiner Geschichte des Materialismus[12]) Liebig gegenüber schlagend beweist, ist es vom streng kritisch-philosophischen Standpunkte aus jeder naturwissenschaftlichen Hypothese viel eher erlaubt, die Zeiträume zu groß, als zu klein anzunehmen. Jeder Entwickelungsvorgang läßt sich um so eher begreifen, je längere Zeit er dauert. Ein kurzer und beschränkter Zeitraum für denselben ist von vornherein das Unwahrscheinlichste. Jene angebliche Schwierigkeit wird uns daher in keinem Falle etwas zu schaffen machen.

Ich habe hier nicht Zeit, auf Lyell's vorzügliches Werk näher einzugehen, und will daher bloß das wichtigste Resultat desselben Ihnen mittheilen, daß es nämlich Cuvier's Schöpfungsgeschichte mit ihren mythischen Revolutionen gründlich widerlegte, und an deren Stelle einfach die beständige langsame Umbildung der Erdrinde durch die fortdauernde Thätigkeit der noch jetzt auf die Erdoberfläche wirkenden Kräfte setzte, die Thätigkeit des Wassers und des vulkanischen Erdinnern. Lyell wies also einen continuirlichen, ununterbrochenen Zusammenhang der ganzen Erdgeschichte nach, und er bewies denselben so unwiderleglich, er begründete so einleuchtend die Herrschaft der „existing causes“, der noch heute wirksamen, dauernden Ursa-

chen in der Umbildung der Erdrinde, daß in kurzer Zeit die Geologie Cuvier's Hypothese vollkommen aufgab.

Nun ist es aber merkwürdig, daß die Paläontologie, die Wissenschaft von den Versteinerungen, soweit sie von den Botanikern und Zoologen getrieben wurde, von diesem großen Fortschritt der Geologie scheinbar unberührt blieb. Die Biologie nahm fortwährend noch jene wiederholte neue Schöpfung der gesammten Thier- und Pflanzenbevölkerung am Beginne jeder neuen Periode der Erdgeschichte an, obwohl diese Hypothese von den einzelnen, schubweise in die Welt gesetzten Schöpfungen ohne die Annahme der Revolutionen reiner Unsinn wurde und gar keinen Halt mehr hatte. Offenbar ist es vollkommen ungereimt, eine besondere neue Schöpfung der ganzen Thier- und Pflanzenwelt zu bestimmten Zeitabschnitten anzunehmen, ohne daß die Erdrinde selbst dabei irgend eine beträchtliche allgemeine Umwälzung erfährt. Trotzdem also jene Vorstellung auf das Engste mit der Katastrophentheorie Cuvier's zusammenhängt, blieb sie dennoch herrschend, nachdem die letztere bereits zerstört war.

Es war nun dem großen englischen Naturforscher Charles Darwin vorbehalten, diesen Zwiespalt völlig zu beseitigen und zu zeigen, daß auch die Lebewelt der Erde eine ebenso continuirlich zusammenhängende Geschichte hat, wie die unorganische Rinde der Erde; daß auch die Thiere und Pflanzen ebenso allmählich durch Umwandlung (Transmutation) auseinander hervorgegangen sind, wie die wechselnden Formen der Erdrinde, der Continente und der sie umschließenden und trennenden Meere aus früheren, ganz davon verschiedenen Formen hervorgegangen sind. Wir können in dieser Beziehung wohl sagen, daß Darwin auf dem Gebiete der Zoologie und Botanik den gleichen Fortschritt herbeiführte, wie Lyell, sein großer Landsmann, auf dem Gebiete der Geologie. Durch Beide wurde der ununterbrochene Zusammenhang der geschichtlichen Entwickelung bewiesen, und eine allmähliche Umänderung der verschiedenen auf einander folgenden Zustände dargethan.

Das besondere Verdienst Darwin's ist nun, wie bereits in dem

vorigen Vortrage bemerkt worden ist, ein doppeltes. Er hat erstens die von Lamarck und Goethe aufgestellte Descendenztheorie in viel umfassenderer Weise als Ganzes behandelt und im Zusammenhang durchgeführt, als es von allen seinen Vorgängern geschehen war. Zweitens aber hat er dieser Abstammungslehre durch seine, ihm eigenthümliche Züchtungslehre (die Selectionstheorie) das causale Fundament gegeben, d. h. er hat die wirkenden Ursachen der Veränderungen nachgewiesen, welche von der Abstammungslehre nur als Thatsachen behauptet werden. Die von Lamarck 1809 in die Biologie eingeführte Descendenztheorie behauptet, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einer einzigen oder einigen wenigen, höchst einfachen, spontan entstandenen Urformen abstammen. Die von Darwin 1859 begründete Selectionstheorie zeigt uns, warum dies der Fall sein mußte, sie weist uns die wirkenden Ursachen so nach, wie es nur Kant wünschen konnte, und Darwin ist in der That auf dem Gebiete der organischen Naturwissenschaft der Newton geworden, dessen Kommen Kant prophetisch verneinen zu können glaubte.

Ehe Sie nun an Darwin's Theorie herantreten, wird es Ihnen vielleicht von Interesse sein, Einiges über die Persönlichkeit dieses großen Naturforschers zu hören, über sein Leben und die Wege auf denen er zur Aufstellung seiner Lehre gelangte. Charles Darwin ist geboren im Jahr 1808, also jetzt sechzig Jahre alt. Bereits in seinem 24. Lebensjahre, 1832, wurde er zur Theilnahme an einer wissenschaftlichen Expedition berufen, welche von den Engländern ausgeschickt wurde, vorzüglich um die Südspitze Südamerika's genauer zu erforschen und verschiedene Punkte der Südsee zu untersuchen. Diese Expedition hatte, gleich vielen anderen, rühmlichen, von England ausgerüsteten Forschungsreisen, sowohl wissenschaftliche, als auch practische, auf die Schifffahrt bezügliche Aufgaben zu erfüllen. Das Schiff führte in treffend symbolischer Weise den Namen „Beagle“ oder Spürhund. Die Reise des Beagle, welche fünf Jahre dauerte, wurde für Darwin's ganze Entwickelung von der größten Bedeutung, und schon im ersten Jahre, als er zum erstenmal den Boden Südamerika's betrat,

keimte in ihm der Gedanke der Abstammungslehre auf, den er dann späterhin zu so vollendeter Blüthe entwickelte. Die Reise selbst hat Darwin in einem von Dieffenbach in das Deutsche übersetzten Werke beschrieben, welches sehr anziehend geschrieben ist, und dessen Lectüre ich Ihnen angelegentlich empfehle [13]). In dieser Reisebeschreibung, welche sich weit über den gewöhnlichen Durchschnitt erhebt, tritt Ihnen nicht allein die liebenswürdige Persönlichkeit Darwin's in sehr anziehender Weise entgegen, sondern Sie können auch vielfach die Spuren der Wege erkennen, auf denen er zu seinen Vorstellungen gelangte. Als Resultat dieser Reise erschien zunächst ein großes wissenschaftliches Reisewerk, an dessen zoologischem und geologischem Theil sich Darwin bedeutend betheiligte, und ferner eine ausgezeichnete Arbeit desselben über die Bildung der Korallenriffe, welche allein genügt haben würde, Darwin's Namen mit bleibendem Ruhme zu krönen. Es wird Ihnen bekannt sein, daß die Inseln der Südsee größtentheils aus Korallenriffen bestehen oder von solchen umgeben sind. Die verschiedenen merkwürdigen Formen derselben und ihr Verhältniß zu den nicht aus Korallen gebildeten Inseln vermochte man sich früher nicht befriedigend zu erklären. Erst Darwin war es vorbehalten diese schwierige Aufgabe zu lösen, indem er außer der aufbauenden Thätigkeit der Korallenthiere auch geologische Hebungen und Senkungen des Meeresbodens für die Entstehung der verschiedenen Riffgestalten in Anspruch nahm. Darwin's Theorie von der Entstehung der Korallenriffe ist, ebenso wie seine spätere Theorie von der Entstehung der organischen Arten, eine Theorie, welche die Erscheinungen vollkommen erklärt, und dafür nur die einfachsten natürlichen Ursachen in Anspruch nimmt, ohne sich hypothetisch auf irgend welche unbekannten Vorgänge zu beziehen. Unter den übrigen Arbeiten Darwin's ist noch seine ausgezeichnete Monographie der Cirrhipedien hervorzuheben, einer merkwürdigen Klasse von Seethieren, welche im äußeren Ansehen den Muscheln gleichen und von Cuvier in der That für zweischalige Mollusken gehalten wurden, während dieselben in Wahrheit zu den Krebsthieren (Crustaceen) gehören.

Die außerordentlichen Strapazen, denen Darwin während der fünfjährigen Reise des Beagle ausgesetzt war, hatten seine Gesundheit dergestalt zerrüttet, daß er sich nach seiner Rückkehr aus dem unruhigen Treiben London's zurückziehen mußte, und seitdem in stiller Zurückgezogenheit auf seinem Gute Down, in der Nähe von Bromley in Kent (mit der Eisenbahn kaum eine Stunde von London entfernt), wohnte. Diese Abgeschiedenheit von dem unruhigen Getreibe der großen Weltstadt wurde jedenfalls äußerst segensreich für Darwin, und es ist wahrscheinlich, daß wir ihr theilweise mit die Entstehung der Selectionstheorie verdanken. Unbehelligt durch die verschiedenen Geschäfte, welche in London seine Kräfte zersplittert haben würden, konnte er seine ganze Thätigkeit auf das Studium des großen Problems concentriren, auf welches er durch jene Reise hingelenkt worden war. Um Ihnen zu zeigen, welche Wahrnehmungen während seiner Weltumsegelung vorzüglich den Grundgedanken der Selectionstheorie in ihm anregten, und in welcher Weise er denselben dann weiter entwickelte, erlauben Sie mir, Ihnen eine Stelle aus einem Briefe mitzutheilen, welchen Darwin am 8. October 1864 an mich richtete:

„In Südamerika traten mir besonders drei Klassen von Erscheinungen sehr lebhaft vor die Seele: Erstens die Art und Weise, in welcher nahe verwandte Species einander vertreten und ersetzen, wenn man von Norden nach Süden geht; — Zweitens die nahe Verwandtschaft derjenigen Species, welche die Südamerika nahe gelegenen Inseln bewohnen, und derjenigen Species, welche diesem Festland eigenthümlich sind; dies setzte mich in tiefes Erstaunen, besonders die Verschiedenheit derjenigen Species, welche die nahe gelegenen Inseln des Galopagosarchipels bewohnen; — Drittens die nahe Beziehung der lebenden zahnlosen Säugethiere (Edentata) und Nagethiere (Rodentia) zu den ausgestorbenen Arten. Ich werde niemals mein Erstaunen vergessen, als ich ein riesengroßes Panzerstück ausgrub, ähnlich demjenigen eines lebenden Gürtelthiers.

„Als ich über diese Thatsachen nachdachte und einige ähnliche Er-

scheinungen damit verglich, schien es mir wahrscheinlich, daß nahe verwandte Species von einer gemeinsamen Stammform abstammen könnten. Aber einige Jahre lang konnte ich nicht begreifen, wie eine jede Form so ausgezeichnet ihren besonderen Lebensverhältnissen angepaßt werden konnte. Ich begann darauf systematisch die Hausthiere und die Gartenpflanzen zu studiren, und sah nach einiger Zeit deutlich ein, daß die wichtigste umbildende Kraft in des Menschen Zuchtwahlvermögen liege, in seiner Benutzung auserlesener Individuen zur Nachzucht. Dadurch daß ich vielfach die Lebensweise und Sitten der Thiere studirt hatte, war ich darauf vorbereitet, den Kampf um's Dasein richtig zu würdigen; und meine geologischen Arbeiten gaben mir eine Vorstellung von der ungeheuren Länge der verflossenen Zeiträume. Als ich dann durch einen glücklichen Zufall das Buch von Malthus „über die Bevölkerung" las, tauchte der Gedanke der natürlichen Züchtung in mir auf. Unter allen den untergeordneten Punkten war der letzte, den ich schätzen lernte, die Bedeutung und Ursache des Divergenzprinzips".

Während der Muße und Zurückgezogenheit, in der Darwin nach der Rückkehr von seiner Reise lebte, beschäftigte er sich, wie aus dieser Mittheilung hervorgeht, zunächst vorzugsweise mit dem Studium der Organismen im Culturzustande, der Hausthiere und Gartenpflanzen. Unzweifelhaft war dies der nächste und richtigste Weg, um zur Selectionstheorie zu gelangen. Wie in allen seinen Arbeiten, verfuhr Darwin dabei äußerst sorgfältig und genau. Er hat vom Jahre 1837—1858, also 21 Jahre lang, über diese Sache Nichts veröffentlicht, selbst nicht eine vorläufige Skizze seiner Theorie, welche er schon 1844 niedergeschrieben hatte. Er wollte immer noch mehr sicher begründete empirische Beweise sammeln, um so die Theorie ganz vollständig, auf möglichst breiter Erfahrungsgrundlage festgestellt, veröffentlichen zu können. Zum Glück wurde er in diesem Streben nach möglichster Vervollkommnung, welches vielleicht dazu geführt haben würde, die Theorie überhaupt nicht zu veröffentlichen, durch einen Landsmann gestört, welcher unabhängig von Darwin die Selections-

theorie sich ausgedacht und aufgestellt hatte, und welcher 1858 die Grundzüge derselben an Darwin selbst einsendete, mit der Bitte, dieselben an Lyell zur Veröffentlichung in einem englischen Journal zu übergeben. Dieser Engländer ist Alfred Wallace, einer der kühnsten und verdientesten naturwissenschaftlichen Reisenden der neueren Zeit. Jahre lang war Wallace allein in den Wildnissen der Sundainseln, in den dichten Urwäldern des indischen Archipels umhergestreift, und bei diesem unmittelbaren und umfassenden Studium eines der reichsten und interessantesten Erdstücke mit seiner höchst mannichfaltigen Thier- und Pflanzenwelt war er genau zu denselben allgemeinen Anschauungen über die Entstehung der organischen Arten, wie Darwin gelangt. Lyell und Hooker, welche Beide Darwin's Arbeit seit langer Zeit kannten, veranlaßten ihn nun, einen kurzen Auszug aus seinen Manuscripten gleichzeitig mit dem eingesandten Manuscript von Wallace zu veröffentlichen, was auch im August 1858 im „Journal of the Linnean Society" geschah.

Im November 1859 erschien dann das epochemachende Werk Darwin's „Ueber die Entstehung der Arten," in welchem die Selectionstheorie ausführlich begründet ist. Jedoch bezeichnet Darwin selbst dieses Buch, von welchem 1866 die vierte Auflage und 1860 eine deutsche Uebersetzung von Bronn erschien[1]), nur als einen vorläufigen Auszug aus einem größeren und ausführlicheren Werke, welches in umfassender empirischer Beweisführung eine Masse von Thatsachen zu Gunsten seiner Theorie enthalten soll. Der erste Theil dieses von Darwin in Aussicht gestellten Hauptwerkes ist vor Kurzem unter dem Titel: „Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication" erschienen und von Victor Carus ins Deutsche übersetzt worden[14]). Er enthält eine reiche Fülle von den trefflichsten Belegen für die außerordentlichen Veränderungen der organischen Formen, welche der Mensch durch seine Cultur und künstliche Züchtung hervorbringen kann. So sehr wir auch Darwin für diesen Ueberfluß an beweisenden Thatsachen verbunden sind, so theilen wir doch keineswegs die Meinung jener Naturforscher, welche glauben, daß

durch diese weiteren Ausführungen die Selectionstheorie eigentlich erst fest begründet werden müsse. Nach unserer Ansicht enthält bereits Darwin's erstes, 1859 erschienenes Werk, diese Begründung in völlig ausreichendem Maaße. Die unangreifbare Stärke seiner Theorie liegt nicht in der Unmasse von einzelnen Thatsachen, welche man als Beweis dafür anführen kann, sondern in dem harmonischen Zusammenhang aller großen und allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur, welche übereinstimmend für die Wahrheit der Selectionstheorie Zeugniß ablegen.

Von der größten Bedeutung für die Begründung der Selectionstheorie war das eingehende Studium, welches Darwin den Hausthieren und Culturpflanzen widmete. Die unendlich tiefen und mannichfaltigen Formveränderungen, welche der Mensch an diesen domesticirten Organismen durch künstliche Züchtung erzeugt hat, sind für das richtige Verständniß der Thier- und Pflanzenformen von der allergrößten Wichtigkeit; und dennoch ist in kaum glaublicher Weise dieses Studium von den Zoologen und Botanikern bis in die neueste Zeit in der gröbsten Weise vernachlässigt worden. Es sind nicht allein dicke Bände, sondern ganze Bibliotheken vollgeschrieben worden mit den unnützesten Beschreibungen der einzelnen Arten oder Species, angefüllt mit höchst kindischen Streitigkeiten darüber, ob diese Species gute oder ziemlich gute, schlechte oder ziemlich schlechte Arten seien, ohne daß dem Artbegriff selbst darin zu Leibe gegangen ist. Wenn die Naturforscher, statt auf diese ganz unnützen Spielereien ihre Zeit zu verwenden, die Culturorganismen gehörig studirt und nicht die einzelnen todten Formen sondern die Umbildung der lebendigen Gestalten in das Auge gefaßt hätten, so würde man nicht so lange in den Fesseln des Cuvier'schen Dogmas befangen gewesen sein. Weil nun aber diese Culturorganismen gerade der dogmatischen Auffassung von der Beharrlichkeit der Art, von der Constanz der Species so äußerst unbequem sind, so hat man sich großen Theils absichtlich nicht um dieselben bekümmert und es ist sogar vielfach, selbst von berühmten Naturforschern der Gedanke ausgesprochen worden, diese Culturorganismen, die Haus-

thiere und Gartenpflanzen, seien Kunstproducte des Menschen, und deren Bildung und Umbildung könne gar Nichts über das Wesen der Bildung und über die Entstehung der Formen bei den wilden, im Naturzustande lebenden Arten entscheiden.

Diese verkehrte Auffassung ging so weit, daß z. B. ein Münchener Zoologe, Andreas Wagner, alles Ernstes die lächerliche Behauptung aufstellte: Die Thiere und Pflanzen im wilden Zustande sind vom Schöpfer als bestimmt unterschiedene und unveränderliche Arten erschaffen worden; allein bei den Hausthieren und Culturpflanzen war dies deshalb nicht nöthig, weil er dieselben von vornherein für den Gebrauch des Menschen einrichtete. Der Schöpfer machte also den Menschen aus einem Erdenkloß, blies ihm lebendigen Odem in seine Nase und schuf dann für ihn die verschiedenen nützlichen Hausthiere und Gartenpflanzen, bei denen er sich in der That die Mühe der Speciesunterscheidung sparen konnte. Ob der Baum des Erkenntnisses im Paradiesgarten eine „gute" wilde Species, oder als Culturpflanze überhaupt „keine Species" war, erfahren wir leider durch Andreas Wagner nicht. Da der Baum des Erkenntnisses vom Schöpfer mitten in den Paradiesgarten gesetzt wurde, möchte man eher glauben, daß er eine höchst bevorzugte Culturpflanze, also überhaupt keine Species war. Da aber andrerseits die Früchte vom Baume des Erkenntnisses dem Menschen verboten waren, und viele Menschen, wie Wagner's eigenes Beispiel klar zeigt, niemals von diesen Früchten gegessen haben, so ist er offenbar nicht für den Gebrauch des Menschen erschaffen und also wahrscheinlich eine wirkliche Species! Wie Schade daß uns Wagner über diese wichtige und schwierige Frage nicht belehrt hat!

So lächerlich Ihnen nun diese Ansicht auch vorkommen mag, so ist dieselbe doch nur ein folgerichtiger Auswuchs einer falschen, in der That aber weit verbreiteten Ansicht von dem besonderen Wesen der Culturorganismen, und Sie können bisweilen von ganz angesehenen Naturforschern ähnliche Einwürfe hören. Gegen diese grundfalsche Auffassung muß ich mich von vornherein ganz bestimmt wenden. Es

ist dieselbe Verkehrtheit, wie sie die Aerzte begehen, welche behaupten, die Krankheiten seien künstliche Erzeugnisse, keine Naturerscheinungen. Es hat viele Mühe gekostet, dieses Vorurtheil zu bekämpfen; und erst in neuerer Zeit ist die Ansicht zur allgemeinen Anerkennung gelangt, daß die Krankheiten Nichts sind, als natürliche Veränderungen des Organismus, wirklich natürliche Lebenserscheinungen, die nur hervorgebracht werden durch veränderte, abnorme Existenzbedingungen. Es ist die Krankheit also nicht, wie die älteren Aerzte sagten, ein Leben außerhalb der Natur (Vita praeter naturam), sondern ein natürliches Leben unter bestimmten, krank machenden, den Körper mit Gefahr bedrohenden Bedingungen. Ganz ebenso sind die Culturerzeugnisse nicht künstliche Producte des Menschen, sondern sie sind Naturproducte, welche unter eigenthümlichen Lebensbedingungen entstanden sind. Der Mensch vermag durch seine Cultur niemals unmittelbar eine neue organische Form zu erzeugen; sondern er kann nur die Organismen unter neuen Lebensbedingungen züchten, welche umbildend auf sie einwirken. Alle Hausthiere und alle Gartenpflanzen stammen ursprünglich von wilden Arten ab, welche erst durch die eigenthümlichen Lebensbedingungen der Cultur umgebildet wurden.

Die eingehende Vergleichung der Culturformen (Rassen und Spielarten) mit den wilden, nicht durch Cultur veränderten Organismen (Arten und Varietäten) ist für die Selectionstheorie von der größten Wichtigkeit. Was Ihnen bei dieser Vergleichung zunächst am Meisten auffällt, das ist die ungewöhnlich kurze Zeit, in welcher der Mensch im Stande ist, eine neue Form hervorzubringen, und der ungewöhnliche hohe Grad, in welchem diese vom Menschen producirte Form von der ursprünglichen Stammform abweichen kann; während die wilden Thiere und die Pflanzen im wilden Zustande Jahr aus, Jahr ein dem sammelnden Zoologen und Botaniker annähernd in derselben Form erscheinen, so daß eben hieraus das falsche Dogma der Speciesconstanz entstehen konnte. So zeigen uns die Hausthiere und die Gartenpflanzen innerhalb weniger Jahre die größten Veränderungen. Die Vervollkommnung, welche die Züchtungskunst der Gärtner

und der Landwirthe erreicht hat, gestattet es jetzt in sehr kurzer Zeit, in wenigen Jahren, eine ganz neue Thier- oder Pflanzenform willkürlich zu schaffen. Man braucht zu diesem Zwecke bloß den Organismus unter dem Einflusse der besonderen Bedingungen zu erhalten und fortzupflanzen, welche neue Bildungen zu erzeugen im Stande sind; und man kann schon nach Verlauf von wenigen Generationen neue Arten erhalten, welche von der Stammform in viel höherem Grade abweichen, als die sogenannten guten Arten im wilden Zustande von einander verschieden sind. Diese Thatsache ist äußerst wichtig und kann nicht genug hervorgehoben werden. Es ist nicht wahr, wenn behauptet wird, die Culturformen, die von einer und derselben Form abstammen, seien nicht so sehr von einander verschieden, wie die wilden Thier- und Pflanzenarten unter sich. Wenn man nur unbefangen Vergleiche anstellt, so läßt sich sehr leicht erkennen, daß eine Menge von Rassen oder Spielarten, die wir in einer kurzen Reihe von Jahren von einer einzigen Culturform abgeleitet haben, in höherem Grade von einander unterschieden sind, als sogenannte gute Species oder selbst verschiedene Gattungen (Genera) einer Familie im wilden Zustande sich unterscheiden.

Um diese äußerst wichtige Thatsache möglichst fest empirisch zu begründen, beschloß Darwin eine einzelne Gruppe von Hausthieren speciell in dem ganzen Umfang ihrer Formenmannichfaltigkeit zu studiren, und er wählte dazu die Haustauben, welche in mehrfacher Beziehung für diesen Zweck ganz besonders geeignet sind. Er hielt sich lange Zeit hindurch auf seinem Gute alle möglichen Rassen und Spielarten von Tauben, welche er bekommen konnte, und wurde mit reichlichen Zusendungen aus allen Weltgegenden unterstützt. Ferner ließ er sich in zwei Londoner Taubenklubs aufnehmen, welche die Züchtung der verschiedenen Taubenformen mit wahrhaft künstlerischer Virtuosität und unermüdlicher Leidenschaft betreiben. Endlich setzte er sich noch mit Einigen der berühmtesten Taubenliebhaber in Verbindung. So stand ihm das reichste empirische Material zur Verfügung.

Die Kunst und Liebhaberei der Taubenzüchtung ist uralt. Schon mehr als 3000 Jahre vor Christus wurde sie von den Aegyptern betrieben. Die Römer der Kaiserzeit gaben ungeheure Summen dafür aus, und führten genaue Stammbaumregister über ihre Abstammung, ebenso wie die Araber über ihre Pferde und die mecklenburgischen Edelleute über ihre eigenen Ahnen sehr sorgfältige genealogische Register führen. Auch in Asien war die Taubenzucht eine uralte Liebhaberei der reichen Fürsten, und zur Hofhaltung des Akber Khan, um das Jahr 1600, gehörten mehr als 20,000 Tauben. So entwickelten sich denn im Laufe mehrerer Jahrtausende, und in Folge der mannichfaltigen Züchtungsmethoden, welche in den verschiedensten Weltgegenden geübt wurden, aus einer einzigen ursprünglich gezähmten Stammform eine ungeheure Menge verschiedenartiger Rassen und Spielarten, welche in ihren extremen Formen ganz außerordentlich von einander verschieden sind, und sich oft durch sehr auffallende Eigenthümlichkeiten auszeichnen.

Eine der auffallendsten Taubenrassen ist die bekannte Pfauentaube, bei der sich der Schwanz ähnlich entwickelt wie beim Pfau, und eine Anzahl von 30—40 radartig gestellten Federn trägt; während die anderen Tauben eine viel geringere Anzahl von Schwanzfedern, fast immer 12, besitzen. Hierbei mag erwähnt werden, daß die Anzahl der Schwanzfedern bei den Vögeln als systematisches Merkmal von den Naturforschern sehr hoch geschätzt wird, so daß man ganze Ordnungen danach unterscheidet. So besitzen z. B. die Singvögel fast ohne Ausnahme 12 Schwanzfedern, die Schrillvögel (Strisores) 10 u. s. w. Besonders ausgezeichnet sind ferner mehrere Taubenrassen durch einen Busch von Nackenfedern, welcher eine Art Perrücke bildet, andere durch abenteuerliche Umbildung des Schnabels und der Füße, durch eigenthümliche, oft sehr auffallende Verzierungen, z. B. Hautlappen, die sich am Kopf entwickeln; durch einen großen Kropf, welcher eine starke Hervortreibung der Speiseröhre am Hals bildet u. s. w. Merkwürdig sind auch die sonderbaren Gewohnheiten, die viele Tauben sich erworben haben, z. B. die Lachtauben, die Trommeltauben in ihren

musikalischen Leistungen, die Brieftauben in ihrem topographischen Instinct. Die Purzeltauben haben die seltsame Gewohnheit, nachdem sie in großer Schaar in die Luft gestiegen sind, sich zu überschlagen und aus der Luft wie todt herabzufallen. Die Sitten und Gewohnheiten dieser unendlich verschiedenen Taubenrassen, die Form, Größe und Färbung der einzelnen Körpertheile, die Proportionen derselben unter einander, sind in erstaunlich hohem Maaße von einander verschieden, in viel höherem Maaße, als es bei sogenannten guten Arten oder selbst bei ganz verschiedenen Gattungen unter den wilden Tauben der Fall ist. Und, was das Wichtigste ist, es beschränken sich jene Unterschiede nicht bloß auf die Bildung der äußerlichen Form, sondern erstrecken sich selbst auf die wichtigsten innerlichen Theile; es kommen selbst sehr bedeutende Abänderungen des Skelets und der Muskulatur vor. So finden sich z. B. große Verschiedenheiten in der Zahl der Wirbel und Rippen, in der Größe und Form der Lücken im Brustbein, in der Form und Größe des Gabelbeins, des Unterkiefers, der Gesichtsknochen u. s. w. Kurz das knöcherne Skelet, das die Morphologen für einen sehr beständigen Körpertheil halten, welcher niemals in dem Grade, wie die äußeren Theile, variire, zeigt sich so sehr verändert, daß man viele Taubenrassen als besondere Gattungen oder Familien im Vögelsysteme aufführen könnte. Zweifelsohne würde dies geschehen, wenn man alle diese verschiedenen Formen in wildem Naturzustande auffände.

Wie weit die Verschiedenheit der Taubenrassen geht, zeigt am Besten der Umstand, daß alle Taubenzüchter einstimmig der Ansicht sind, jede eigenthümliche oder besonders ausgezeichnete Taubenrasse müsse von einer besonderen wilden Stammart abstammen. Freilich nimmt Jeder eine verschiedene Zahl von Stammarten an. Und dennoch hat Darwin mit überzeugendem Scharfsinn den schwierigen Beweis geführt, daß dieselben ohne Ausnahme sämmtlich von einer einzigen wilden Stammart, der blauen Felstaube (Columba livia) abstammen müssen. In gleicher Weise läßt sich bei den meisten übrigen Hausthieren und bei den meisten Culturpflanzen der Beweis

führen, daß alle verschiedenen Rassen Nachkommen einer einzigen ursprünglichen wilden Art sind, die vom Menschen in den Culturzustand übergeführt wurde. Für einige Hausthiere, namentlich die Hunde, Schweine und Rinder, ist es allerdings wahrscheinlicher, daß die mannichfaltigen Rassen derselben von mehreren wilden Stammarten abzuleiten sind, welche sich nachträglich im Culturzustande mit einander vermischt haben. Indessen ist die Zahl dieser ursprünglichen wilden Stammarten immer viel geringer, als die Zahl der aus ihrer Vermischung und Züchtung hervorgegangenen Culturformen, und natürlich stammen auch jene ersteren ursprünglich von einer einzigen gemeinsamen Stammform der ganzen Gattung ab. Auf keinen Fall stammt jede besondere Culturrasse von einer eigenen wilden Art ab.

Im Gegensatz hierzu behaupten fast alle Landwirthe und Gärtner mit der größten Bestimmtheit, daß jede einzelne, von ihnen gezüchtete Rasse von einer besonderen wilden Stammart abstammen müsse, weil sie die Unterschiede der Rassen scharf erkennen, die Vererbung ihrer Eigenschaften sehr hochschätzen, und nicht bedenken, daß dieselben erst durch langsame Häufung kleiner, kaum merklicher Abänderungen entstanden sind. Auch in dieser Beziehung ist die Vergleichung der Culturrassen mit den wilden Species äußerst lehrreich. Die Entstehungsart ist in beiden Fällen dieselbe.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie.
(Der Darwinismus.)

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künstlichen Züchtung: Auslese (Selection) der verschiedenen Einzelwesen zur Nachzucht. Die wirkenden Ursachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zusammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zusammenhängend. Mechanische Natur dieser beiden physiologischen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Auslese (Selection) durch den Kampf um's Dasein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Existenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfnisse. Umbildende und züchtende Kraft dieses Kampfes um's Dasein. Vergleichung der natürlichen und der künstlichen Züchtung.

Meine Herren! Wenn heutzutage häufig die gesammte Entwickelungstheorie, mit der wir uns in diesen Vorträgen beschäftigen, als Darwinismus bezeichnet wird, so geschieht dies eigentlich nicht mit Recht. Denn wie Sie aus der geschichtlichen Einleitung der letzten Vorträge gesehen haben werden, ist schon zu Anfang unseres Jahrhunderts die wichtigste Grundlage der Entwickelungstheorie, nämlich die Abstammungslehre, oder Descendenztheorie, deutlich ausgesprochen, und insbesondere durch Lamarck in die Naturwissenschaft eingeführt worden. Man könnte daher diesen Theil der Entwickelungs-

theorie, welcher die gemeinsame Abstammung aller Thier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammformen behauptet, seinem verdientesten Begründer zu Ehren mit vollem Rechte Lamarckismus nennen, wenn man einmal an den Namen eines einzelnen hervorragenden Naturforschers das Verdienst knüpfen will, eine solche Grundlehre zuerst durchgeführt zu haben. Dagegen würden wir mit Recht als Darwinismus die Selectionstheorie oder Züchtungslehre zu bezeichnen haben, denjenigen Theil der Entwickelungstheorie, welcher uns zeigt, auf welchem Wege und warum die verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammformen sich entwickelt haben (Gen. Morph. II, 166).

Diese Züchtungslehre oder Selectionstheorie, der Darwinismus im eigentlichen Sinne, zu dessen Betrachtung wir uns jetzt wenden, beruht wesentlich (wie es bereits in dem letzten Vortrage angedeutet wurde) auf der Vergleichung derjenigen Thätigkeit, welche der Mensch bei der Züchtung der Hausthiere und Gartenpflanzen ausübt, mit denjenigen Vorgängen, welche in der freien Natur, außerhalb des Kulturzustandes, zur Entstehung neuer Arten und neuer Gattungen führen. Wir müssen uns, um diese letzten Vorgänge zu verstehen, also zunächst zur künstlichen Züchtung des Menschen wenden, wie es auch von Darwin selbst geschehen ist. Wir müssen untersuchen, welche Erfolge der Mensch durch seine künstliche Züchtung erzielt, und welche Mittel er anwendet, um diese Erfolge hervorzubringen; und dann müssen wir uns fragen: „Giebt es in der Natur ähnliche Kräfte, ähnliche wirkende Ursachen, wie sie der Mensch hier anwendet?“

Was nun zunächst die künstliche Züchtung betrifft, so gehen wir von der Thatsache aus, die zuletzt erörtert wurde, daß deren Producte in nicht seltenen Fällen viel mehr von einander verschieden sind, als die Erzeugnisse der natürlichen Züchtung. In der That weichen die Rassen oder Spielarten oft in höherem Grade von einander ab, als es viele sogenannte „gute Arten“ oder Species, ja bisweilen sogar mehr, als es sogenannte „gute Gattungen“ im Naturzustande thun. Vergleichen Sie z. B. die verschiedenen Aepfelsorten, welche

die Gartenkunst von einer und derselben ursprünglichen Apfelform gezogen hat, oder vergleichen Sie die verschiedenen Pferderassen, welche die Thierzüchter aus einer und derselben ursprünglichen Form des Pferdes abgeleitet haben, so finden Sie leicht, daß die Unterschiede der am meisten verschiedenen Formen ganz außerordentlich bedeutend sind, viel bedeutender, als die Unterschiede, welche von den Zoologen und Botanikern bei Vergleichung der wilden Arten angewandt werden, um darauf hin verschiedene sogenannte „gute Arten" zu unterscheiden.

Wodurch bringt nun der Mensch diese außerordentliche Verschiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwiesenermaßen von einer und derselben Stammform abstammen? Lassen Sie uns zur Beantwortung dieser Frage einen Gärtner verfolgen, der bemüht ist, eine neue Pflanzenform zu züchten, die sich durch eine schöne Blumenfarbe auszeichnet. Derselbe wird zunächst unter einer großen Anzahl von Pflanzen, welche Sämlinge einer nnd derselben Pflanze sind, eine Auswahl oder Selection treffen. Er wird diejenigen Pflanzen heraussuchen, welche die ihm erwünschte Blüthenfarbe am meisten ausgeprägt zeigen. Gerade die Blüthenfarbe ist ein sehr veränderlicher Gegenstand. Zum Beispiel zeigen Pflanzen, welche in der Regel eine weiße Blüthe besitzen, sehr häufig Abweichungen in's Blaue oder Rothe hinein. Gesetzt nun, der Gärtner wünscht eine solche, gewöhnlich weiß blühende Pflanze in rother Farbe zu erhalten, so würde er sehr sorgfältig unter den mancherlei verschiedenen Individuen, die Abkömmlinge einer und derselben Samenpflanze sind, diejenigen heraussuchen, die am deutlichsten einen rothen Anflug zeigen, und diese ausschließlich aussäen, um neue Individuen derselben Art zu erzielen. Er würde die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rothe Farbe zeigen, ausfallen lassen und nicht weiter cultiviren. Ausschließlich die einzelnen Pflanzen, deren Blüthen das stärkste Roth zeigen, würde er fortpflanzen und die Samen, welche diese auserlesenen Pflanzen bringen, würde er wieder aussäen. Von den Samenpflanzen dieser zweiten Generation würde er wiederum diejenigen sorg-

fältig herauslesen, die das Rothe, das nun der größte Theil der Samenpflanzen zeigen würde, am deutlichsten ausgeprägt haben. Wenn eine solche Auslese durch eine Reihe von sechs oder zehn Generationen hindurch geschieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüthe ausgesucht wird, die das tiefste Roth zeigt, so wird der Gärtner in der sechsten oder zehnten Generation eine Pflanze von rein rother Farbe bekommen, wie sie ihm erwünscht war.

Ebenso verfährt der Landwirth, welcher eine besondere Thierrasse züchten will, also z. B. eine Schafsorte, welche sich durch besonders feine Wolle auszeichnet. Das einzige Verfahren, welches bei der Vervollkommnung der Wolle angewandt wird, besteht darin, daß der Landwirth mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafherde diejenigen Individuen aussucht, die die feinste Wolle haben. Diese allein werden zur Nachzucht verwandt, und unter der Nachkommenschaft dieser Auserwählten werden abermals diejenigen herausgesucht, die sich durch die feinste Wolle auszeichnen u. s. f. Wenn diese sorgfältige Auslese eine Reihe von Generationen hindurch fortgesetzt wird, so zeichnen sich zuletzt die auserlesenen Zuchtschafe durch eine Wolle aus, welche sehr auffallend, und zwar nach dem Wunsche und zu Gunsten des Züchters, von der Wolle des ursprünglichen Stammvaters verschieden ist.

Die Unterschiede der einzelnen Individuen, auf die es bei dieser künstlichen Auslese ankommt, sind sehr klein. Es ist ein gewöhnlicher Mensch nicht im Stande, die ungemein feinen Unterschiede der Einzelwesen zu erkennen, welche ein geübter Züchter auf den ersten Blick wahrnimmt. Das Geschäft des Züchters ist keine leichte Kunst; dasselbe erfordert einen außerordentlich scharfen Blick, eine große Geduld, eine äußerst sorgsame Behandlungsweise der zu züchtenden Organismen. Bei jeder einzelnen Generation sind die Unterschiede der Individuen dem Laien vielleicht gar nicht in das Auge fallend; aber durch die Häufung dieser feinen Unterschiede während einer Reihe von Generationen wird die Abweichung von der Stammform zuletzt sehr bedeutend. Sie wird so auffallend, daß endlich die künstlich erzeugte

Form von der ursprünglichen Stammform in weit höherem Grade abweichen kann, als zwei sogenannte gute Arten im Naturzustande thun. Die Züchtungskunst ist jetzt so weit gediehen, daß der Mensch oft willkürlich bestimmte Eigenthümlichkeiten bei den cultivirten Arten der Thiere und Pflanzen erzeugen kann. Man kann an die geübtesten Gärtner und Landwirthe bestimmte Aufträge geben, und z. B. sagen: Ich wünsche diese Pflanzenart in der und der Farbe mit der und der Zeichnung zu haben. Wo die Züchtung so vervollkommnet ist, wie in England, sind die Gärtner und Landwirthe im Stande, innerhalb einer bestimmten Zeitdauer, nach Verlauf einer Anzahl von Generationen, das verlangte Resultat auf Bestellung zu liefern. Einer der erfahrensten englischen Züchter, Sir John Sebright, konnte sagen „er wolle eine ihm aufgegebene Feder in drei Jahren hervorbringen, er bedürfe aber sechs Jahre, um eine gewünschte Form des Kopfes und Schnabels zu erlangen". Bei der Zucht der Merinoschafe in Sachsen werden die Thiere dreimal wiederholt neben einander auf Tische gelegt und auf das Sorgfältigste vergleichend studirt. Jedesmal werden nur die besten Schafe, mit der feinsten Wolle ausgelesen, so daß zuletzt von einer großen Menge nur einzelne wenige, aber ganz auserlesen feine Thiere übrig bleiben. Nur diese letzten werden zur Nachzucht verwandt. Es sind also, wie Sie sehen, ungemein einfache Ursachen, mittelst welcher die künstliche Züchtung zuletzt große Wirkungen hervorbringt, und diese großen Wirkungen werden nur erzielt durch Summirung der einzelnen an sich sehr unbedeutenden Unterschiede, die durch fortwährend wiederholte Auslese oder Selection vergrößert werden.

Ehe wir nun zur Vergleichung dieser künstlichen Züchtung mit der natürlichen übergehen, wollen wir uns klar machen, welche natürlichen Eigenschaften der Organismen der künstliche Züchter oder Cultivateur benutzt. Man kann alle verschiedenen Eigenschaften, die hierbei in das Spiel kommen, schließlich zurückführen auf zwei physiologische Grundeigenschaften des Organismus, die sämmtlichen Thieren und Pflanzen gemeinschaftlich sind, und die mit den beiden Thä-

tigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung auf das Innigste zusammenhängen. Diese beiden Grundeigenschaften sind die Erblichkeit oder die Fähigkeit der Vererbung und die Veränderlichkeit oder die Fähigkeit der Anpassung. Der Züchter geht aus von der Thatsache, daß alle Individuen einer und derselben Art verschieden sind, wenn auch in sehr geringem Grade, eine Thatsache, die sowohl von den Organismen im wilden wie im Culturzustande gilt. Wenn Sie sich in einem Walde umsehen, der nur aus einer einzigen Baumart, z. B. Buche, besteht, werden Sie ganz gewiß im ganzen Walde nicht zwei Bäume dieser Art finden, die absolut gleich sind, die in der Form der Verästelung, in der Zahl der Zweige und Blätter sich vollkommen gleichen. Es finden sich individuelle Unterschiede überall, gerade so wie bei dem Menschen. Es giebt nicht zwei Menschen, welche absolut identisch sind, vollkommen gleich in Größe, Gesichtsbildung, Zahl der Haare, Temperament, Charakter u. s. w. Ganz dasselbe gilt aber auch von den Einzelwesen aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten. Bei den meisten Organismen erscheinen allerdings die Unterschiede für den Laien sehr geringfügig. Es kommt aber hierbei wesentlich an auf die Uebung in der Erkenntniß dieser oft sehr feinen Formcharaktere. Ein Schafhirt z. B. kennt in seiner Herde jedes einzelne Individuum bloß durch genaue Beobachtung der Eigenschaften, während ein Laie oft nicht im Stande ist, die verschiedenen Individuen einer und derselben Herde zu unterscheiden. Die Thatsache der individuellen Verschiedenheit ist die äußerst wichtige Grundlage, auf welche sich das ganze Züchtungsvermögen des Menschen gründet. Wenn nicht jene individuellen Unterschiede wären, so könnte er nicht aus einer und derselben Stammform eine Masse verschiedener Spielarten oder Rassen erziehen. Es ist von vornherein festzuhalten, daß diese Erscheinung eine ganz allgemeine ist, und daß wir nothwendig dieselbe auch da voraussetzen müssen, wo wir mit unseren sinnlichen Hülfsmitteln nicht im Stande sind, die Unterschiede zu erkennen. Wir können bei den höheren Pflanzen, bei den Phanerogamen oder Blüthenpflanzen, wo die einzelnen individuellen Stöcke so

zahlreiche Unterschiede in der Zahl der Aeste und Blätter zeigen, fast immer diese Unterschiede leicht wahrnehmen. Aber bei den meisten Thieren ist dies nicht der Fall, namentlich bei den niederen Thieren. Es liegt jedoch kein Grund vor, bloß denjenigen Organismen eine individuelle Verschiedenheit zuzuschreiben, bei denen wir sie sogleich erkennen können. Vielmehr können wir dieselbe mit voller Sicherheit als allgemeine Eigenschaft aller Organismen annehmen, und wir können dies um so mehr, da wir im Stande sind, die Veränderlichkeit der Individuen zurückzuführen auf die mechanischen Verhältnisse der Ernährung, da wir zeigen können, daß wir durch Beeinflussung der Ernährung im Stande sind, auffallende individuelle Unterschiede da hervorzubringen, wo sie unter nicht veränderten Ernährungsverhältnissen nicht wahrzunehmen sein würden.

Ebenso nun, wie wir die Veränderlichkeit oder die Anpassungsfähigkeit in ursächlichem Zusammenhang mit den allgemeinen Ernährungsverhältnissen der Thiere und Pflanzen sehen, so finden wir die zweite fundamentale Lebenserscheinung, mit der wir es hier zu thun haben, nämlich die Vererbungsfähigkeit oder Erblichkeit, in unmittelbarem Zusammenhang mit den Erscheinungen der Fortpflanzung. Das zweite, was der Landwirth und der Gärtner bei der künstlichen Züchtung thut, nachdem er ausgesucht, also die Veränderlichkeit angewandt hat, ist, daß er die veränderten Formen festzuhalten und auszubilden sucht durch die Vererbung. Er geht aus von der allgemeinen Thatsache, daß die Kinder ihren Eltern ähnlich sind: „Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm." Diese Erscheinung der Erblichkeit ist bisher in sehr geringem Maaße wissenschaftlich untersucht worden, was zum Theil daran liegen mag, daß die Erscheinung eine zu alltägliche ist. Jedermann findet es natürlich, daß eine jede Art ihres Gleichen erzeugt, daß nicht plötzlich ein Pferd eine Gans oder eine Gans einen Frosch erzeugt. Man ist gewöhnt, diese alltäglichen Vorgänge der Erblichkeit als selbstverständlich anzusehen. Nun ist aber diese Erscheinung nicht so selbstverständlich einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheint und namentlich wird sehr häufig bei der Be-

trachtung der Erblichkeit übersehen, daß die verschiedenen Nachkommen, die von einem und demselben Elternpaar herstammen, in der That auch niemals absolut gleich den Eltern, sondern immer ein wenig verschieden sind. Wir können den Grundsatz der Erblichkeit nicht dahin formuliren: „Gleiches erzeugt Gleiches", sondern wir müssen ihn vielmehr bedingter dahin aussprechen: „Aehnliches erzeugt Aehnliches." Der Gärtner wie der Landwirth benutzt in dieser Beziehung die Thatsache der Vererbung im weitesten Umfang, und zwar mit besonderer Rücksicht darauf, daß nicht allein diejenigen Eigenschaften von den Organismen vererbt werden, die sie bereits von den Eltern ererbt haben, sondern auch diejenigen, die sie selbst erworben haben. Das ist ein wichtiger Punkt, auf den sehr viel ankommt. Der Organismus vermag nicht allein auf seine Nachkommen diejenigen Eigenschaften, diejenige Gestalt, Farbe, Größe zu übertragen, die er selbst von seinen Eltern ererbt hat; er vermag auch Abänderungen dieser Eigenschaften zu vererben, die er erst während seines Lebens durch Einfluß äußerer Umstände, des Klimas, der Nahrung u. s. w. erworben hat.

Das sind die beiden Grundeigenschaften der Thiere und Pflanzen, welche die Züchter benutzen, um neue Formen zu erzeugen. So außerordentlich einfach das Prinzip der Züchtung ist, so schwierig und ungeheuer verwickelt ist im Einzelnen die practische Verwerthung dieses einfachen Princips. Der denkende, planmäßig arbeitende Züchter muß die Kunst verstehen, die allgemeine Wechselwirkung zwischen den beiden Grundeigenschaften der Erblichkeit und der Veränderlichkeit richtig in jedem einzelnen Falle zu verwerthen.

Wenn wir nun die eigentliche Natur jener beiden wichtigen Lebenseigenschaften untersuchen, so finden wir, daß wir sie, gleich allen physiologischen Functionen, zurückführen können auf physikalische und chemische Ursachen, auf Eigenschaften und Bewegungserscheinungen der Materien, aus denen der Körper der Thiere und Pflanzen besteht. Wie wir später bei einer genaueren Betrachtung dieser beiden Functionen zu begründen haben werden, ist ganz allgemein ausgedrückt die

Vererbung wesentlich bedingt durch die materielle Continuität, durch die theilweise stoffliche Gleichheit des erzeugenden und des gezeugten Organismus, des Kindes und der Eltern. Andrerseits ist die Anpassung oder Abänderung lediglich die Folge der materiellen Einwirkungen, welche die Materie des Organismus durch die denselben umgebende Materie erfährt, in der weitesten Bedeutung des Worts durch die Lebensbedingungen. Die Erscheinung der Anpassung, oder Abänderung beruht also auf der materiellen Wechselwirkung des Organismus und seiner Umgebung oder seiner Existenzbedingungen, während die Vererbung in der theilweisen Identität des zeugenden und des erzeugten Organismus begründet ist. Das sind also die eigentlichen, einfachen, mechanischen Grundlagen des künstlichen Züchtungsprocesses.

Darwin frug sich nun: Kommt ein ähnlicher Züchtungsproceß in der Natur vor, und giebt es in der Natur Kräfte, welche die Thätigkeit des Menschen bei der künstlichen Züchtung ersetzen können? Giebt es ein natürliches Verhältniß unter den wilden Thieren und Pflanzen, welches züchtend wirken kann, welches auslesend wirkt in ähnlicher Weise, wie bei der künstlichen Zuchtwahl oder Züchtung der planmäßige Wille des Menschen eine Auswahl übt? Auf die Entdeckung eines solchen Verhältnisses kam hier alles an und sie gelang Darwin in so befriedigender Weise, daß wir eben deshalb seine Züchtungslehre oder Selectionstheorie als vollkommen ausreichend betrachten, um die Entstehung der wilden Thier- und Pflanzenarten mechanisch zu erklären. Dasjenige Verhältniß, welches im freien Naturzustande züchtend und umbildend auf die Formen der Thiere und Pflanzen einwirkt, bezeichnet Darwin mit dem Ausdruck: „Kampf um's Dasein" (Struggle for life).

Die Bezeichnung „Kampf um's Dasein" ist vielleicht in mancher Beziehung nicht ganz glücklich gewählt, und würde wohl schärfer gefaßt werden können als „Mitbewerbung um die nothwendigen Existenzbedürfnisse". Man hat nämlich unter dem „Kampfe um das Dasein" manche Verhältnisse begriffen, die eigentlich im

strengen Sinne nicht hierher gehören. Zu der Idee des „Struggle for life" gelangte Darwin, wie aus dem in der letzten Stunde mitgetheilten Briefe ersichtlich ist, durch das Studium des Buches von Malthus „über die Bedingung und die Folgen der Volksvermehrung." In diesem wichtigen Werke wurde der Beweis geführt, daß die Zahl der Menschen im Ganzen durchschnittlich in geometrischer Progression wächst, während die Menge ihrer Nahrungsmittel nur in arithmethischer Progression zunimmt. Aus diesem Mißverhältnisse entspringen eine Masse von Uebelständen in der menschlichen Gesellschaft, welche einen beständigen Wettkampf der Menschen um die Erlangung der nothwendigen, aber nicht für Alle ausreichenden Unterhaltsmittel veranlassen.

Darwin's Theorie vom Kampfe um das Dasein ist gewissermaßen eine allgemeine Anwendung der Bevölkerungstheorie von Malthus auf die Gesammtheit der organischen Natur. Sie geht von der Erwägung aus, daß die Zahl der möglichen organischen Individuen, welche aus den erzeugten Keimen hervorgehen könnten, viel größer ist, als die Zahl der wirklichen Individuen, welche thatsächlich gleichzeitig auf der Erdoberfläche leben; die Zahl der möglichen oder potentiellen Individuen wird uns gegeben durch die Zahl der Eier und der ungeschlechtlichen Keime, welche die Organismen erzeugen. Die Zahl dieser Keime, aus deren jedem unter günstigen Verhältnissen ein Individuum entstehen könnte, ist sehr viel größer, als die Zahl der wirklichen oder actuellen Individuen, d. h. derjenigen, welche wirklich aus diesen Keimen entstehen, zum Leben gelangen und sich fortpflanzen. Die bei weitem größte Zahl aller Keime geht in der frühesten Lebenszeit zu Grunde, und es sind immer nur einzelne bevorzugte Organismen, welche sich ausbilden können, welche namentlich die erste Jugendzeit glücklich überstehen und schließlich zur Fortpflanzung gelangen. Diese wichtige Thatsache wird einfach bewiesen durch die Vergleichung der Eierzahl bei den einzelnen Arten mit der Zahl der Individuen, die von diesen Arten leben. Diese Zahlenverhältnisse zeigen die auffallendsten Widersprüche. Es giebt z. B.

Hühnerarten, welche sehr zahlreiche Eier legen, und die dennoch zu den seltesten Vögeln gehören; und derjenige Vogel, der der gemeinste von allen sein soll, der Eissturmvogel (Procellaria glacialis) legt nur ein einziges Ei. Ebenso ist das Verhältniß bei anderen Thieren. Es giebt viele, sehr seltene, wirbellose Thiere, welche eine ungeheure Masse von Eiern legen; und wieder andere, die nur sehr wenige Eier produciren und doch zu den gemeinsten Thieren gehören. Denken Sie z. B. an das Verhältniß, welches sich bei den menschlichen Bandwürmern findet. Jeder Bandwurm erzeugt binnen kurzer Zeit Millionen von Eiern, während der Mensch, der den Bandwurm beherbergt, eine viel geringere Zahl Eier in sich bildet; und dennoch ist glücklicher Weise die Zahl der Bandwürmer viel geringer, als die der Menschen. Ebenso sind unter den Pflanzen viele prachtvolle Orchideen, die Tausende von Samen erzeugen, sehr selten, und einige asterähnliche Pflanzen (Compositen), die nur wenige Samen bilden, äußerst gemein.

Diese wichtige Thatsache ließe sich noch durch eine ungeheure Masse anderer Beispiele erläutern. Es bedingt also offenbar nicht die Zahl der wirklich vorhandenen Keime die Zahl der später in's Leben tretenden und sich am Leben erhaltenden Individuen, sondern es ist vielmehr die Zahl dieser letzteren durch ganz andere Verhältnisse bedingt, zumal durch die Wechselbeziehungen, in denen sich der Organismus zu seiner organischen, wie anorganischen Umgebung befindet. Jeder Organismus kämpft von Anbeginn seiner Existenz an mit einer Anzahl von feindlichen Einflüssen; er kämpft mit Thieren, welche von diesem Organismus leben, denen er als natürliche Nahrung dient, mit Raubthieren und mit Schmarotzerthieren; er kämpft mit anorganischen Einflüssen der verschiedensten Art, mit Temperatur, Witterung und anderen Umständen, er kämpft aber (und das ist viel wichtiger!) vor allem mit den ihm ähnlichsten, gleichartigen Organismen. Jedes Individuum einer jeden Thier- oder Pflanzenart ist im heftigsten Wettstreit mit den andern Individuen derselben Art begriffen, die mit ihm an demselben Orte leben. Die Mittel zum Lebensunterhalt sind in

der Oekonomie der Natur nirgends in Fülle ausgestreut, vielmehr im Ganzen sehr beschränkt, und nicht entfernt für die Masse von Individuen ausreichend, die sich aus den Keimen entwickeln könnte. Daher müssen bei den meisten Thier- und Pflanzenarten die jugendlichen Individuen es sich sehr sauer werden lassen, um zu den nöthigen Mitteln des Lebensunterhaltes zu gelangen; und es findet also nothwendiger Weise ein Wettkampf zwischen denselben um die Erlangung dieser unentbehrlichen Existenzbedingungen statt.

Dieser große Wettkampf um die Lebensbedürfnisse findet überall und jederzeit statt, ebenso bei den Menschen und Thieren, wie bei den Pflanzen, bei welchen auf den ersten Blick dies Verhältniß nicht so klar am Tage zu liegen scheint. Wenn Sie ein Feld betrachten, welches sehr reichlich mit Weizen besäet ist, so kann von den zahlreichen jungen Weizenpflanzen (vielleicht von einigen Tausenden), die auf einem ganz beschränkten Raume emporkeimen, nur ein ganz kleiner Bruchtheil sich am Leben erhalten. Es findet da ein Wettkampf statt um den Bodenraum, den jede Pflanze braucht, um ihre Wurzel zu befestigen, ein Wettkampf um Sonnenlicht und Feuchtigkeit. Und ebenso finden Sie bei jeder Thierart, daß alle Individuen einer und derselben Art mit einander streiten um die Erlangung der unentbehrlichen Lebensmittel, der Existenzbedingungen im weitesten Sinne des Worts. Allen sind sie gleich unentbehrlich; aber nur wenigen werden sie wirklich zu Theil. Alle sind berufen; aber wenige sind auserwählt! Die Thatsache des großen Wettkampfes ist ganz allgemein. Sie brauchen bloß Ihren Blick auf die menschliche Gesellschaft zu lenken, in der ja überall, in allen verschiedenen Fächern der menschlichen Thätigkeit dieser Wettkampf ebenfalls existirt, und in welcher auch die freie Concurrenz der verschiedenen Arbeiter einer und derselben Klasse wesentlich die Verhältnisse des Wettkampfes regelt. Hier wie überall schlägt dieser Wettkampf zum Vortheil der Sache aus, zum Vortheil der Arbeit, welche Gegenstand der Concurrenz ist. Je größer und allgemeiner der Wettkampf oder die Concurrenz, desto schneller

häufen sich die Verbesserungen und Erfindungen auf diesem Arbeitsgebiete, desto mehr vervollkommnen sich die Arbeiter.

Nun ist offenbar die Stellung der verschiedenen Individuen in diesem Kampfe um das Dasein ganz ungleich. Ausgehend wieder von der thatsächlichen Ungleichheit der Individuen, müssen wir überall nothwendig annehmen, daß nicht alle Individuen einer und derselben Art gleich günstige Aussichten haben. Schon von vornherein sind dieselben durch ihre verschiedenen Kräfte und Fähigkeiten verschieden im Wettkampfe gestellt, abgesehen davon, daß die Existenzbedingungen an jedem Punkt der Erdoberfläche verschieden sind und verschieden einwirken. Offenbar waltet hier ein unendlich verwickeltes Getriebe von Einwirkungen, die im Vereine mit der ursprünglichen Ungleichheit der Individuen während des bestehenden Wettkampfes um die Erlangung der Existenzbedingungen einzelne Individuen bevorzugen, andere benachtheiligen. Die bevorzugten Individuen werden über die andern den Sieg erlangen, und während die letzteren in mehr oder weniger früher Zeit zu Grunde gehen, ohne Nachkommen zu hinterlassen, werden die ersteren allein jene überleben können und schließlich zur Fortpflanzung gelangen. Indem also ausschließlich oder doch vorwiegend die im Kampfe um das Dasein begünstigten Einzelwesen zur Fortpflanzung gelangen, werden wir (schon allein in Folge dieses Verhältnisses) in der nächsten Generation, die von dieser erzeugt wird, Unterschiede von der vorhergehenden wahrnehmen. Es werden schon die Individuen dieser zweiten Generation, wenn auch nicht alle, doch zum Theile, durch Vererbung den individuellen Vortheil überkommen haben, durch welchen ihre Eltern über deren Nebenbuhler den Sieg davon trugen.

Nun wird aber — und das ist ein sehr wichtiges Vererbungsgesetz — wenn eine Reihe von Generationen hindurch eine solche Uebertragung eines günstigen Characters stattfindet, derselbe nicht einfach in der ursprünglichen Weise übertragen, sondern er wird fortwährend gehäuft und gestärkt, und er gelangt schließlich in einer letzten Generation zu einer Stärke, welche diese Generation schon sehr we-

sentlich von der ursprünglichen Stammform unterscheidet. Lassen Sie uns zum Beispiel eine Anzahl von Pflanzen einer und derselben Art betrachten, die an einem sehr trockenen Standort zusammenwachsen. Da die Haare der Blätter für die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft sehr nützlich sind, und da die Behaarung der Blätter sehr veränderlich ist, so werden an diesem ungünstigen Standorte, wo die Pflanzen direct mit dem Mangel an Wasser kämpfen und dann noch einen Wettkampf unter einander um die Erlangung des Wassers bestehen, die Individuen mit den dichtest behaarten Blättern bevorzugt sein. Diese werden allein aushalten, während die andern, mit kahleren Blättern, zu Grunde gehen; die behaarteren werden sich fortpflanzen und die Abkömmlinge derselben werden sich durchschnittlich durch dichte und starke Behaarung mehr auszeichnen als es bei den Individuen der ersten Generation der Fall war. Geht dieser Prozeß an einem und demselben Orte mehrere Generationen fort, so entsteht schließlich eine solche Häufung des Characters, eine solche Vermehrung der Haare auf der Blattoberfläche, daß eine ganz neue Art vorzuliegen scheint. Dabei ist zu berücksichtigen, daß in Folge der Wechselbeziehungen aller Theile jedes Organismus zu einander in der Regel nicht ein einzelner Theil sich verändern kann, ohne zugleich Aenderungen in andern Theilen nach sich zu ziehen. Wenn also im letzten Beispiel die Zahl der Haare auf den Blättern bedeutend zunimmt, so wird dadurch wahrscheinlich Nahrungsmaterial andern Theilen entzogen; das Material, welches zur Blüthenbildung oder vielleicht Samenbildung verwendet werden könnte, wird verringert, und es wird dann also die geringere Größe der Blüthe oder des Samens die mittelbare oder indirecte Folge des Kampfes um's Dasein werden, welcher zunächst nur eine Veränderung der Blätter bewirkte. Es wirkt also in diesem Falle der Kampf um das Dasein züchtend und umbildend. Das Ringen der verschiedenen Individuen um die Erlangung der nothwendigen Existenzbedingungen, oder im weitesten Sinne gefaßt, die Wechselbeziehungen der Organismen mit ihrer gesammten Umgebung, bewirken

Formveränderungen, wie sie im Culturzustande durch die Thätigkeit des züchtenden Menschen hervorgebracht werden.

Es wird Ihnen auf den ersten Blick dieser Gedanke vielleicht sehr unbedeutend und kleinlich erscheinen, und Sie werden nicht geneigt sein der Thätigkeit jenes Verhältnisses ein solches Gewicht einzuräumen, wie dasselbe in der That besitzt. Ich muß mir daher vorbehalten, in einem spätern Vortrage an weiteren Beispielen das ungeheuer weit reichende Umgestaltungsvermögen der natürlichen Züchtung Ihnen vor Augen zu führen. Vorläufig beschränke ich mich darauf, Ihnen nochmals die beiden Vorgänge der künstlichen und natürlichen Züchtung neben einander zu stellen und Uebereinstimmung und Unterschied in beiden Züchtungsprozessen scharf gegen einander zu halten.

Natürliche sowohl, als künstliche Züchtung sind ganz einfache, natürliche, mechanische Lebensverhältnisse, welche auf der Wechselwirkung zweier physiologischer Functionen beruhen, nämlich der Anpassung und der Vererbung, Functionen, die als solche wieder auf physikalische und chemische Eigenschaften der organischen Materie zurückzuführen sind. Ein Unterschied beider Züchtungsformen besteht darin, daß bei der künstlichen Züchtung der Wille des Menschen planmäßig die Auswahl oder Auslese betreibt, während bei der natürlichen Züchtung der Kampf um das Dasein (jenes allgemeine Wechselverhältniß der Organismen) planlos wirkt, aber übrigens ganz dasselbe Resultat erzeugt, nämlich eine Auswahl oder Selection besonders gearteter Individuen zur Nachzucht. Die Veränderungen, welche durch die Züchtung hervorgebracht werden, schlagen bei der künstlichen Züchtung zum Vortheil des züchtenden Menschen aus, bei der natürlichen Züchtung dagegen zum Vortheil des gezüchteten Organismus selbst, wie es in der Natur der Sache liegt.

Das sind die wesentlichsten Unterschiede und Uebereinstimmungen zwischen beiderlei Züchtungsarten. Es ist dann aber ferner noch zu berücksichtigen, daß ein weiterer Unterschied in der Zeitdauer besteht, welche für den Züchtungsprozeß der beiderlei Arten erforderlich ist. Der Mensch vermag bei der künstlichen Zuchtwahl in viel kürzerer

Zeit sehr bedeutende Veränderungen hervorzubringen, während bei der natürlichen Zuchtwahl Aehnliches erst in viel längerer Zeit zu Stande gebracht wird. Das beruht darauf, daß der Mensch die Auslese viel sorgfältiger betreiben kann. Der Mensch kann unter einer großen Anzahl von Individuen mit der größten Sorgfalt Einzelne herauslesen, die übrigen ganz fallen lassen, und bloß die Bevorzugten zur Fortpflanzung verwenden, während das bei der natürlichen Zuchtwahl nicht der Fall ist. Da werden sich neben den bevorzugten, zuerst zur Fortpflanzung gelangenden Individuen, auch noch Einzelne oder Viele von den übrigen, weniger ausgezeichneten Individuen, neben den erstern fortpflanzen. Ferner ist der Mensch im Stande, die Kreuzung zu verhüten zwischen der ursprünglichen und der neuen Form, die bei der natürlichen Züchtung oft nicht zu vermeiden ist. Die natürliche Züchtung wirkt daher sehr viel langsamer; sie erfordert viel längere Zeiträume, als der künstliche Züchtungsprozeß. Aber eine wesentliche Folge dieses Unterschiedes ist, daß dann auch das Product der künstlichen Zuchtwahl viel leichter wieder verschwindet, und die neu erzeugte Form in die ältere zurückschlägt, während das bei der natürlichen Züchtung nicht der Fall ist. Die neuen Arten der Species, welche aus der natürlichen Züchtung entstehen, erhalten sich viel constanter, schlagen viel weniger leicht in die Stammform zurück, als es bei den künstlichen Züchtungsproducten der Fall ist, und sie erhalten auch demgemäß sich eine viel längere Zeit hindurch beständig, als die künstlichen Rassen, die der Mensch erzeugt. Aber das sind nur untergeordnete Unterschiede, die sich durch die verschiedenen Bedingungen der natürlichen und der künstlichen Auslese erklären, und die auch wesentlich nur die Zeitdauer betreffen. Das Wesen der Formveränderung, und die Mittel, durch welche sie erzeugt wird, sind bei der künstlichen und natürlichen Züchtung ganz dieselben. (Gen. Morph. II., 248).

Die gedankenlosen und beschränkten Gegner Darwin's werden nicht müde zu behaupten, daß seine Selectionstheorie eine bodenlose Vermuthung, oder wenigstens eine Hypothese sei, welche erst bewiesen werden müsse. Daß diese Behauptung vollkommen unbegründet ist,

können Sie schon aus den so eben erörterten Grundzügen der Züchtungslehre selbst entnehmen. Darwin nimmt als wirkende Ursachen für die Umbildung der organischen Gestalten keinerlei unbekannte Naturkräfte oder hypothetische Verhältnisse an, sondern einzig und allein die allgemein bekannten Lebensthätigkeiten aller Organismen, welche wir als Vererbung und Anpassung bezeichnen. Jeder physiologisch gebildete Naturforscher weiß, daß diese beiden Functionen unmittelbar mit den Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung zusammenhängen, und gleich allen anderen Lebenserscheinungen mechanische Naturprozesse sind, d. h. auf Bewegungserscheinungen der organischen Materie beruhen. Daß die Wechselwirkung dieser beiden Functionen an einer beständigen langsamen Umbildung der organischen Formen arbeitet, und daß diese zur Entstehung neuer Arten führt, wird mit Nothwendigkeit durch den Kampf um's Dasein bedingt. Dieser ist aber ebenso wenig ein hypothetisches oder des Beweises bedürftiges Verhältniß, als jene Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung. Vielmehr ist der Kampf um's Dasein eine mathematische Nothwendigkeit, welche aus dem Mißverhältniß zwischen der beschränkten Zahl der Stellen im Naturhaushalt und der übermäßigen Zahl der organischen Keime entspringt. Die Entstehung neuer Arten durch die natürliche Züchtung, oder was dasselbe ist, durch die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe um's Dasein, ist mithin eine mathematische Naturnothwendigkeit, welche keines weiteren Beweises bedarf.

Die natürliche Züchtung benutzt, wie Sie sehen, die einfachsten mechanischen Mittel, um die mannichfaltige Umbildung der Arten hervorzubringen. Ich kann nicht erwarten, daß Ihnen schon jetzt die mächtige Wirksamkeit dieses einfachen Vorganges, der durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung, sowie durch den Kampf um das Dasein bedingt ist, hinlänglich einleuchtet; um dieselbe richtig zu würdigen, ist zunächst eine eingehende Betrachtung der beiden wichtigen Erscheinungsreihen der Vererbung und der Anpassung erforderlich.

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung.

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende besondere Aeußerungen derselben. Menschen mit vier, sechs oder sieben Fingern und Zehen. Stachelschweinmenschen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von Geisteskrankheiten. Erbsünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenschaften. Materielle Ursachen der Vererbung. Zusammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeschlechtliche oder monogone Fortpflanzung. Moneren. Fortpflanzung der Moneren und der Amoeben durch Selbsttheilung. Vermehrung der organischen Zellen und der Eier durch Selbsttheilung. Fortpflanzung der Korallen durch Theilung. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geschlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geschlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogenesis. Materielle Uebertragung der Eigenschaften beider Eltern auf das Kind bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Unterschied der Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Meine Herren! Als die formbildende Naturkraft, welche die verschiedenen Gestalten der Thier- und Pflanzenarten erzeugt, haben Sie in dem letzten Vortrage nach Darwin's Theorie die natürliche Züchtung kennen gelernt. Wir verstanden unter diesem Ausdruck die allgemeine Wechselwirkung, welche im Kampfe um das Dasein zwischen der Erblichkeit und der Veränderlichkeit der Orga-

nismen stattfindet; zwischen zwei physiologischen Functionen, welche allen Thieren und Pflanzen eigenthümlich sind, und welche sich auf andere Lebensthätigkeiten, auf die Functionen der Fortpflanzung und Ernährung zurückführen lassen. Alle die verschiedenen Formen der Organismen, welche man gewöhnlich geneigt ist, als Producte einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft anzusehen, konnten wir nach jener Züchtungstheorie auffassen als die nothwendigen Producte der zwecklos wirkenden natürlichen Züchtung, der unbewußten Wechselwirkung zwischen jenen beiden Eigenschaften der Veränderlichkeit und der Erblichkeit. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche diesen Lebenseigenschaften der Organismen demgemäß zukommt, müssen wir zunächst dieselben etwas näher in das Auge fassen, und wir wollen uns heute mit der Erblichkeit und der Vererbung beschäftigen (Gen. Morph. II., 170—191).

Genau genommen müssen wir unterscheiden zwischen der Erblichkeit und der Vererbung. Die Erblichkeit (Atavismus) ist die Vererbungskraft, die Fähigkeit der Organismen, ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen durch die Fortpflanzung zu übertragen. Die Vererbung (Hereditas) dagegen bezeichnet die wirkliche Ausübung dieser Fähigkeit, die thatsächlich stattfindende Uebertragung.

Erblichkeit und Vererbung sind so allgemeine, alltägliche Erscheinungen, daß die meisten Menschen dieselben überhaupt nicht beachten, und daß die wenigsten geneigt sind, besondere Reflexionen über den Werth und die Bedeutung dieser Lebenserscheinungen anzustellen. Man findet es allgemein ganz natürlich und selbstverständlich, daß jeder Organismus seines Gleichen erzeugt, und daß die Kinder den Eltern im Ganzen wie im Einzelnen ähnlich sind. Gewöhnlich pflegt man die Erblichkeit nur in jenen Fällen hervorzuheben und zu besprechen, wo sie eine besondere Eigenthümlichkeit betrifft, die an einem menschlichen Individuum, ohne ererbt zu sein, zum ersten Male auftrat und von diesem auf seine Nachkommen übertragen wurde. In besonders auffallendem Grade zeigt sich so die Vererbung bei bestimm-

ten Krankheiten und bei ganz ungewöhnlichen und unregelmäßigen (monströsen) Abweichungen von der gewöhnlichen Körperbildung.

Unter diesen Fällen von Vererbung monströser Abänderungen sind besonders lehrreich diejenigen, welche eine abnorme Vermehrung oder Verminderung der Fünfzahl der menschlichen Finger und Zehen betreffen. Es kommen nicht selten menschliche Familien vor, in denen mehrere Generationen hindurch 6 Finger an jeder Hand oder 6 Zehen an jedem Fuße beobachtet werden. Seltener sind die Beispiele von Siebenzahl oder von Vierzahl der Finger und Zehen, die ebenfalls Generationen hindurch vererbt wird. In diesen Fällen geht die ungewöhnliche Bildung immer zuerst von einem einzigen Individuum aus, welches aus unbekannten Ursachen mit einem Ueberschuß über die gewöhnliche Fünfzahl der Finger und Zehen geboren wird und diesen durch Vererbung auf einen Theil seiner Nachkommen überträgt. In einer und derselben Familie kann man die Sechszahl der Finger und Zehen durch drei, vier und mehr Generationen hindurch verfolgen. In einer spanischen Familie waren nicht weniger als 40 Individuen durch diese Ueberzahl ausgezeichnet. In allen Fällen ist die Vererbung der sechsten überzähligen Zehe oder des sechsten Fingers nicht bleibend und durchgreifend, weil die sechsfingerigen Menschen sich immer wieder mit fünffingerigen vermischen. Würde eine sechsfingerige Familie sich in reiner Inzucht fortpflanzen, würden sechsfingerige Männer immer nur sechsfingerige Frauen heirathen, so würde durch Fixirung dieses Characters eine besondere sechsfingerige Menschenart entstehen. Da aber die sechsfingerigen Männer immer fünffingerige Frauen heirathen, und umgekehrt, so zeigt ihre Nachkommenschaft meistens sehr gemischte Zahlenverhältnisse und schlägt schließlich nach Verlauf einiger Generationen wieder in die normale Fünfzahl zurück. So können z. B. von 8 Kindern eines sechsfingerigen Vaters und einer fünffingerigen Mutter 3 Kinder an allen Händen und Füßen 6 Finger und 6 Zehen haben, 3 Kinder auf der einen Seite 5, auf der andern 6, und zwei Kinder überall die gewöhnliche Fünfzahl. In einer spanischen Familie hatten sämmtliche Kinder bis auf das Jüngste an

Händen und Füßen die Sechszahl; nur das Jüngste hatte überall fünf Finger und Zehen, und der sechsfingerige Vater des Kindes wollte dieses letzte daher nicht als das seinige anerkennen.

Sehr auffallend zeigt sich ferner die Vererbungskraft in der Bildung und Färbung der menschlichen Haut und Haare. Es ist allbekannt, wie genau in vielen menschlichen Familien eine eigenthümliche Beschaffenheit des Hautsystems, z. B. eine besonders weiche oder spröde Haut, eine besondere Ueppigkeit des Haarwuchses, eine besondere Farbe und Größe der Augen u. s. w. viele Generationen hindurch forterbt. Ebenso werden besondere locale Auswüchse und Flecke der Haut, sogenannte Muttermaale, Leberflecke und andere Pigmentanhäufungen, die an bestimmten Stellen vorkommen, gar nicht selten mehrere Generationen hindurch so genau vererbt, daß sie bei den Nachkommen an denselben Stellen sich zeigen, an denen sie bei den Eltern vorhanden waren. Besonders berühmt geworden sind die Stachelschweinmenschen aus der Familie Lambert, welche im vorigen Jahrhundert in London lebte. Edward Lambert, der 1717 geboren wurde, zeichnete sich durch eine ganz ungewöhnliche und monströse Bildung der Haut aus. Der ganze Körper war mit einer zolldicken hornartigen Kruste bedeckt, welche sich in Form zahlreicher stachelförmiger und schuppenförmiger Fortsätze (bis über einen Zoll lang) erhob. Diese monströse Bildung der Oberhaut oder Epidermis vererbte Lambert auf seine Söhne und Enkel, aber nicht auf die Enkelinnen. Die Uebertragung blieb also hier in der männlichen Linie, wie es auch sonst oft der Fall ist. Ebenso vererbt sich übermäßige Fettentwickelung an gewissen Körperstellen oft nur innerhalb der weiblichen Linie. Wie genau sich die charakteristische Gesichtsbildung erblich überträgt, braucht wohl kaum erinnert zu werden; bald bleibt dieselbe innerhalb der männlichen, bald innerhalb der weiblichen Linie; bald vermischt sie sich in beiden Linien.

Sehr lehrreich und allbekannt sind ferner die Vererbungserscheinungen pathologischer Zustände, besonders der menschlichen Krankheitsformen. Es sind insbesondere bekanntlich Krankheiten der Athmungs-

organe und des Nervensystems, welche sich sehr leicht erblich übertragen. Sehr häufig tritt plötzlich in einer sonst gesunden Familie eine derselben bisher unbekannte Erkrankung auf; sie wird erworben durch äußere Ursachen, durch krankmachende Lebensbedingungen. Diese Krankheit, welche bei einem einzelnen Individuum durch äußere Ursachen bewirkt wurde, pflanzt sich von diesem auf seine Nachkommen fort, und diese haben nun alle oder zum Theil an derselben Krankheit zu leiden. Bei Lungenkrankheiten, z. B. Schwindsucht, ist dieses traurige Verhältniß der Erblichkeit allbekannt, ebenso bei Leberkrankheiten, bei Geisteskrankheiten. Diese letzteren sind von ganz besonderem Interesse. Ebenso wie besondere Characterzüge des Menschen, Stolz, Ehrgeiz, Dummheit, Leichtsinn u. s. w. streng durch die Vererbung auf die Nachkommenschaft übertragen werden, so gilt das auch von den besonderen, abnormen Aeußerungen der Seelenthätigkeit, welche man als fixe Ideen, Schwermuth, Blödsinn und überhaupt als Geisteskrankheiten bezeichnet. Es zeigt sich hier deutlich und unwiderleglich, daß die Seele des Menschen, ebenso wie die Seele der Thiere, eine rein mechanische Thätigkeit, eine physiologische Bewegungserscheinung der Gehirntheilchen ist, und daß sie mit ihrem Substrate, ebenso wie jede andere Körpereigenschaft, durch die Fortpflanzung materiell übertragen, vererbt wird.

Diese äußerst wichtige und unleugbare Thatsache erregt, wenn man sie ausspricht, gewöhnlich großes Aergerniß, und doch wird sie eigentlich stillschweigend allgemein anerkannt. Denn worauf beruhen die Vorstellungen von der „Erbsünde", der „Erbweisheit", dem „Erbadel" u. s. w. Anders, als auf der Ueberzeugung, daß die menschliche Geistesbeschaffenheit durch die Fortpflanzung — also durch einen rein materiellen Vorgang! — körperlich von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird? — Die Anerkennung dieser großen Bedeutung der Erblichkeit äußert sich in einer Menge von menschlichen Einrichtungen, wie z. B. in der Kasteneintheilung vieler Völker in Kriegerkasten, Priesterkasten, Arbeiterkasten u. s. w. Offenbar beruht ursprünglich die Einrichtung solcher Kasten auf der Vorstellung

von der hohen Wichtigkeit erblicher Vorzüge, welche gewissen Familien beiwohnten, und von denen man voraussetzte, daß sie immer wieder von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden würden. Die Einrichtung des erblichen Adels und der erblichen Monarchie ist zweifelsohne auf die Vorstellung einer solchen Vererbung besonderer Tugenden zurückzuführen. Allerdings sind es leider nicht nur die Tugenden, sondern auch die Laster, welche vererbt werden, und wenn Sie in der Weltgeschichte die verschiedenen Individuen der einzelnen Dynastien vergleichen, so werden Sie zwar überall eine große Anzahl von Beweisen für die Erblichkeit auffinden können, aber weniger für die Erblichkeit der Tugenden, als der entgegengesetzten Eigenschaften. Denken Sie z. B. nur an die römischen Kaiser, an die Julier und die Claudier, oder an die Bourbonen in Frankreich, Spanien und Italien!

In der That dürfte kaum irgendwo eine solche Fülle von schlagenden Beispielen für die merkwürdige Vererbung der feinsten körperlichen und geistigen Züge gefunden werden, als in der Geschichte der regierenden Häuser in den erblichen Monarchien. Ganz besonders gilt dies mit Bezug auf die vorher erwähnten Geisteskrankheiten. Gerade in regierenden Familien sind Geisteskrankheiten in ungewöhnlichem Maße erblich. Schon der berühmte Irrenarzt Esquirol wies nach, daß das Verhältniß der Geisteskranken in den regierenden Häusern gegenüber denjenigen in der gewöhnlichen Bevölkerung sich verhält, wie 60 : 1, d. h. daß Geisteskrankheit in den bevorzugten Familien der regierenden Häuser sechzig mal so häufig vorkommt, als in der gewöhnlichen Menschheit. Würde eine gleiche genaue Statistik auch für den erblichen Adel durchgeführt, so dürfte sich leicht herausstellen, daß auch dieser ein ungleich größeres Contingent von Geisteskranken stellt, als die gemeine, nichtadelige Menschheit. Diese Erscheinung wird uns kaum mehr wundern, wenn wir bedenken, welchen Nachtheil sich diese privilegirten Kasten selbst durch ihre unnatürliche einseitige Erziehung und durch ihre künstliche Absperrung von der übrigen Menschheit zufügen. Es werden dadurch manche dunkle Schatten-

seiten der menschlichen Natur besonders entwickelt, gleichsam künstlich gezüchtet, und pflanzen sich nun nach den Vererbungsgesetzen mit immer verstärkter Kraft und Einseitigkeit durch die Reihe der Generationen fort.

Wie sich in der Generationsfolge mancher Dynastien, z. B. der sächsisch-thüringischen Fürsten, der Medicäer, die edle Vorliebe für die höchsten menschlichen Thätigkeiten, für Wissenschaft und Kunst, und in Folge dessen die schönste Lichtseite der menschlichen Natur, humaner Eifer für Freiheit, Wohlstand und Bildung des ganzen Volkes durch viele Generationen erblich überträgt und erhält, wie dagegen in vielen anderen Dynastien Jahrhunderte hindurch eine besondere Neigung für das Kriegshandwerk, für Unterdrückung der menschlichen Freiheit und für andere rohe Gewaltthätigkeiten vererbt wird, ist aus der Völkergeschichte Ihnen hinreichend bekannt. Ebenso vererben sich in manchen Familien viele Generationen hindurch ganz bestimmte Fähigkeiten für einzelne Geistesthätigkeiten, z. B. Mathematik, Dichtkunst, Tonkunst, bildende Kunst, Medicin, Naturforschung, Philosophie u. s. w. In der Familie Bach hat es nicht weniger als 22 hervorragende musikalische Talente gegeben. Natürlich beruht die Vererbung solcher Geisteseigenthümlichkeiten, wie die Vererbung der Geisteseigenschaften überhaupt, auf dem materiellen Vorgang der Zeugung. Es ist hier die Lebenserscheinung, die Kraftäußerung unmittelbar (wie überall in der Natur) verbunden mit bestimmten Mischungsverhältnissen des Stoffes, und die Mischung des Stoffes ist es, welche bei der Zeugung übertragen wird.

Bevor wir nun die verschiedenen und zum Theil sehr interessanten und bedeutenden Gesetze der Vererbung näher untersuchen, wollen wir über die eigentliche Natur dieses Vorganges uns verständigen. Man pflegt vielfach die Erblichkeitserscheinungen als etwas ganz Räthselhaftes anzusehen, als eigenthümliche Vorgänge, welche durch die Naturwissenschaft nicht ergründet, in ihren Ursachen und eigentlichem Wesen nicht erfaßt werden könnten. Man pflegt gerade hier sehr allgemein übernatürliche Einwirkungen anzunehmen. Es läßt sich aber schon

jetzt, bei dem heutigen Zustande der Physiologie, mit vollkommner Sicherheit nachweisen, daß alle Erblichkeitserscheinungen durchaus natürliche Vorgänge sind, daß sie durch mechanische Ursachen bewirkt werden, und daß sie auf materiellen Bewegungserscheinungen im Körper der Organismen beruhen, welche wir als Theilerscheinungen der Fortpflanzung betrachten können. Alle Erblichkeitserscheinungen und Vererbungsgesetze lassen sich auf die materiellen Vorgänge der Fortpflanzung zurückführen.

Jeder einzelne Organismus, jedes lebendige Individuum verdankt sein Dasein entweder einem Acte der elternlosen Zeugung oder Urzeugung (Generatio spontanea, Archigonia), oder einem Acte der elterlichen Zeugung oder Fortpflanzung (Generatio parentalis, Tocogonia). Auf die Urzeugung oder Archigonie werden wir in einem späteren Vortrage zurückkommen. Jetzt haben wir uns nur mit der Fortpflanzung oder Tocogonie zu beschäftigen, deren nähere Betrachtung für das Verständniß der Vererbung von der größten Wichtigkeit ist. Die Meisten von Ihnen werden von den Fortpflanzungserscheinungen wahrscheinlich nur diejenigen kennen, welche Sie allgemein bei den höheren Pflanzen und Thieren beobachten, die Vorgänge der geschlechtlichen Fortpflanzung oder der Amphigonie. Viel weniger allgemein bekannt sind die Vorgänge der ungeschlechtlichen Fortpflanzung oder der Monogonie. Gerade diese sind aber bei weitem mehr als die vorhergehenden geeignet, ein erklärendes Licht auf die Natur der mit der Fortpflanzung zusammenhängenden Vererbung zu werfen.

Aus diesem Grunde ersuche ich Sie, jetzt zunächst bloß die Erscheinungen der ungeschlechtlichen oder monogonen Fortpflanzung (Monogonia) in das Auge zu fassen. Diese tritt in mannichfach verschiedener Form auf, als Selbsttheilung, Knospenbildung und Keimzellen- oder Sporenbildung (Gen. Morph. II., 36 — 58). Am lehrreichsten ist es hier, zunächst die Fortpflanzung bei den einfachsten Organismen zu betrachten, welche wir kennen, und auf welche wir später bei der Frage von der Urzeugung zurückkommen

müssen. Diese allereinfachsten uns bis jetzt bekannten, und zugleich die denkbar einfachsten Organismen sind die Moneren: sehr kleine lebendige Körperchen, welche eigentlich streng genommen den Namen des Organismus gar nicht verdienen. Denn die Bezeichnung „Organismus" für die lebenden Wesen beruht auf der Vorstellung, daß jeder belebte Naturkörper aus Organen zusammengesetzt ist, aus verschiedenartigen Theilen, die als Werkzeuge, ähnlich den verschiedenen Theilen einer künstlichen Maschine, in einander greifen und zusammenwirken, um die Thätigkeit des Ganzen hervorzubringen. Nun haben wir aber in den Moneren während der letzten Jahre Organismen kennen gelernt, welche in der That nicht aus Organen zusammengesetzt sind, sondern ganz und gar aus einer structurlosen, einfachen, gleichartigen Materie bestehen. (Vergl. Fig. 1. auf S. 144). Der ganze Körper dieser Moneren ist zeitlebens weiter Nichts, als ein formloses bewegliches Schleimklümpchen, das aus einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung besteht. Einfachere, unvollkommnere Organismen sind gar nicht denkbar. Die Moneren leben zum Theil im Süßwasser (Protamoeba, Protomonas, Vampyrella), zum Theil im Meere (Protogenes, Protomyxa, Myxastrum) [15]). Im Ruhezustande erscheint jedes Moner als ein kleines Schleimkügelchen, für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar oder eben sichtbar, höchstens von der Größe eines Stecknadelkopfes. Wenn das Moner sich bewegt, bilden sich an der Oberfläche der kleinen Schleimkugel formlose fingerartige Fortsätze oder sehr feine strahlende Fäden, sogenannte Scheinfüße oder Pseudopodien. Diese Scheinfüße sind einfache, unmittelbare Fortsetzungen der eiweißartigen schleimigen Masse, aus der der ganze Körper besteht. Bei der stärksten Vergrößerung, mit unseren schärfsten Instrumenten untersucht, stellt der gesammte Körper der Moneren immer nur eine structurlose, vollkommen gleichartige Masse dar. Wir sind nicht im Stande, verschiedenartige Theile in demselben wahrzunehmen, und wir können den directen Beweis für die absolute Einfachheit der festflüssigen Eiweißmasse dadurch führen, daß wir die Nahrungsaufnahme der Moneren verfolgen. Wenn kleine Körperchen, die zur Ernährung derselben tauglich sind,

z. B. kleine Theilchen von zerstörten organischen Körpern, oder mikroskopische Pflänzchen und Infusionsthierchen, zufällig in Berührung mit den Moneren kommen, so bleiben sie an der klebrigen Oberfläche des festflüssigen Schleimklümpchens hängen, erzeugen hier einen Reiz, welcher stärkeren Zufluß der schleimigen Körpermasse zur Folge hat, und werden endlich ganz von dieser umschlossen; oder sie werden durch Verschiebungen der einzelnen Eiweißtheilchen des Monerenkörpers in diesen hineingezogen und dort verdaut, durch einfache Diffusion (Endosmose) ausgesogen. Ebenso einfach wie die Ernährung, ist die Fortpflanzung dieser Urwesen, die man eigentlich weder Thiere noch Pflanzen nennen kann. Alle Moneren pflanzen sich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort, durch Monogonie; und zwar im einfachsten Falle durch diejenige Art der Monogonie, welche wir an die Spitze der verschiedenen Fortpflanzungsformen stellen, durch Selbsttheilung. Wenn ein solches Klümpchen, z. B. eine Protamoeba oder ein Protogenes, eine gewisse Größe durch Aufnahme fremder Eiweißmaterie erhalten hat, so zerfällt es in zwei Stücke; es bildet sich eine Einschnürung, welche ringförmig herumgeht, und schließlich zur Trennung der beiden Hälften führt. (Vergl. Fig. 1 auf nächster Seite). Jede Hälfte rundet sich alsbald ab und erscheint nun als ein selbstständiges Individuum, welches das einfache Spiel der Lebenserscheinungen, Ernährung und Fortpflanzung, von Neuem beginnt. Bei anderen Moneren (Vampyrella) zerfällt der Körper bei der Fortpflanzung nicht in zwei, sondern in vier gleiche Stücke, und bei noch anderen (Protomonas, Protomyxa, Myxastrum) sogleich in eine große Anzahl von kleinen Schleimkügelchen, deren jedes durch einfaches Wachsthum dem elterlichen Körper wieder gleich wird. Es zeigt sich hier deutlich, daß der Vorgang der Fortpflanzung weiter Nichts ist, als ein Wachsthum des Organismus über sein individuelles Maaß hinaus.

Die einfache Fortpflanzungsweise der Moneren durch Selbsttheilung ist eigentlich die allgemeinste und weitest verbreitete von allen verschiedenen Fortpflanzungsarten; denn durch denselben einfachen Prozeß

der Theilung pflanzen sich auch die Zellen fort, diejenigen einfachen organischen Individuen, welche in sehr großer Zahl den Körper der allermeisten Organismen, den menschlichen Körper nicht ausgenommen, zusammensetzen. Abgesehen von den Organismen niedersten

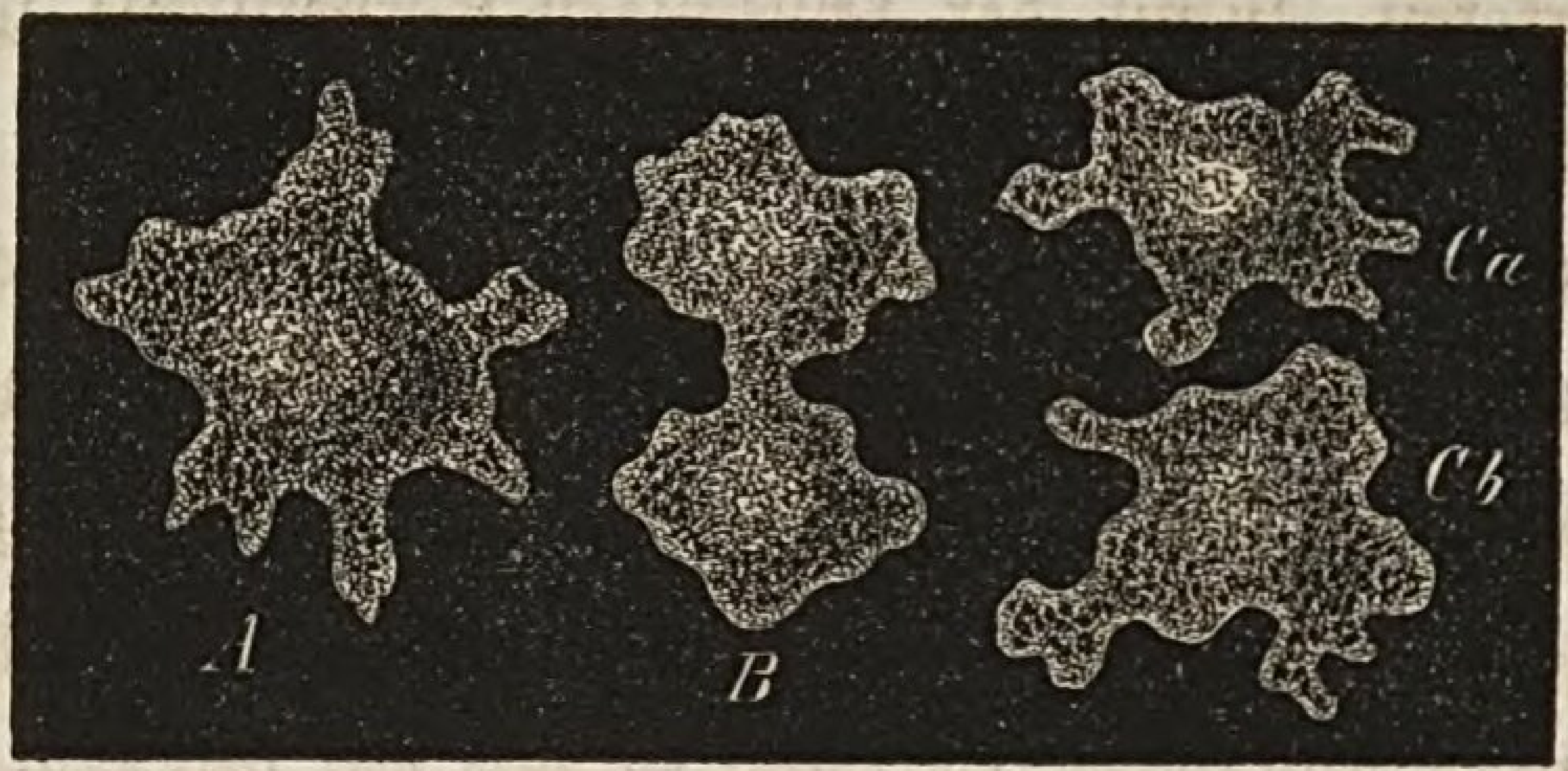


Fig. 1. Fortpflanzung eines einfachsten Organismus, eines Moneres, durch Selbsttheilung. *A.* Das ganze Moner, eine Protamoeba. *B.* Dieselbe zerfällt durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften. *C.* Jede der beiden Hälften hat sich von der andern getrennt und stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

Ranges, welche noch nicht einmal den Formwerth einer Zelle haben (Moneren), oder zeitlebens eine einfache Zelle darstellen (viele Protisten und einzellige Pflanzen), ist der Körper jedes organischen Individuums aus einer großen Anzahl von Zellen zusammengesetzt. Jede organische Zelle ist bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiger Organismus, ein sogenannter „Elementarorganismus" oder ein „Individuum erster Ordnung". Jeder höhere Organismus ist gewissermaßen eine Gesellschaft oder ein Staat von solchen vielgestaltigen, durch Arbeitstheilung mannichfaltig ausgebildeten Elementarindividuen. Ursprünglich ist jede organische Zelle auch nur ein einfaches Schleimklümpchen, gleich einem Moner, jedoch von diesem dadurch verschieden, daß die gleichartige Eiweißmasse in zwei verschiedene Bestandtheile sich gesondert hat: ein inneres, festeres Eiweißkörperchen, den Zellenkern (Nucleus), und einen äußeren, weicheren Eiweißkörper, den Zellstoff (Protoplasma). Außerdem bilden viele Zellen späterhin noch einen dritten (jedoch häufig fehlenden) Formbestandtheil, indem sie sich einkapseln, eine äußere Hülle oder Zellhaut (Membrana) ausschwitzen. Alle übrigen Formbestandtheile, die sonst noch an

den Zellen vorkommen, sind von untergeordneter Bedeutung und interessiren uns hier weiter nicht.

Ursprünglich ist auch jeder mehrzellige Organismus eine einfache Zelle, und er wird erst dadurch mehrzellig, daß jene Zelle sich durch Theilung fortpflanzt, und daß die so entstehenden neuen Zellenindividuen beisammen bleiben und durch Arbeitstheilung eine Gemeinde oder einen Staat bilden. Die Formen und Lebenserscheinungen aller mehrzelligen Organismen sind lediglich die Wirkung oder der Ausdruck der gesammten Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen sie zusammensetzenden Zellen. Das Ei, aus welchem sich die meisten Thiere entwickeln, ist eine einfache Zelle, ebenso das sogenannte Keimbläschen oder Embryobläschen, aus welchem sich die meisten Pflanzen entwickeln.

Die einzelligen Organismen, d. h. diejenigen, welche zeitlebens den Formwerth einer einzigen Zelle beibehalten, z. B. die Amoeben (Fig. 2), pflanzen sich in der Regel auf die einfachste Weise durch

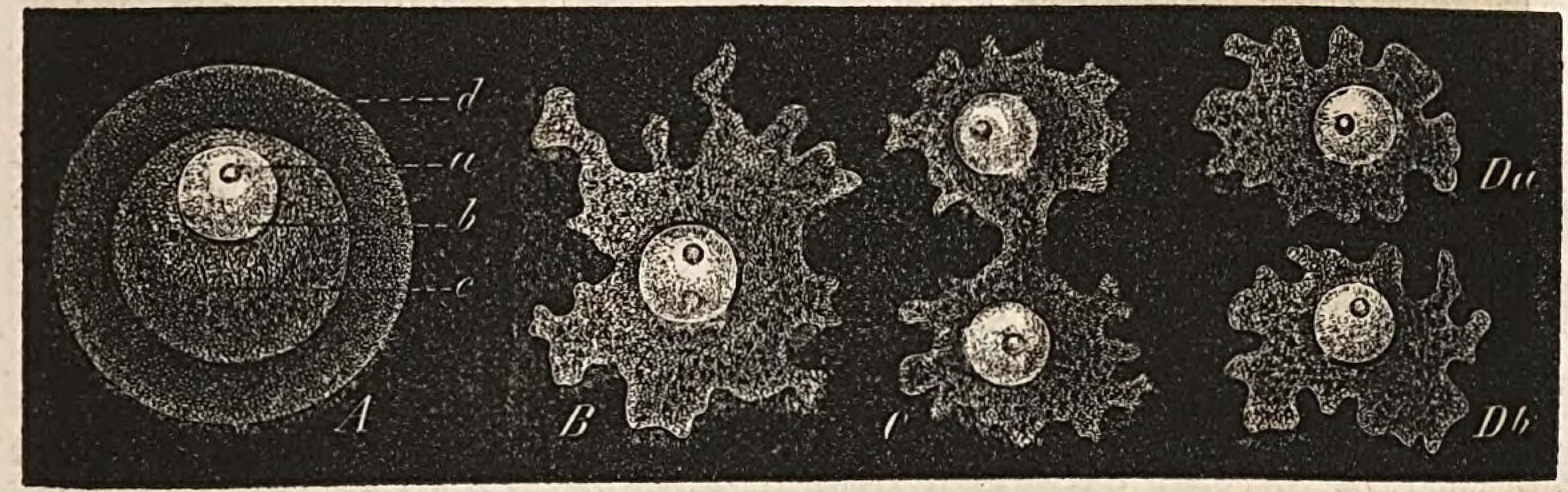


Fig. 2. Fortpflanzung eines einzelligen Organismus, einer Amoeba, durch Selbsttheilung. *A.* die eingekapselte Amoeba, eine einfache kugelige Zelle, bestehend aus einem Protoplasmaklumpen (*b*), welcher einen Kern (*a*) einschließt, und von einer Zellhaut oder Kapsel umgeben ist. *B.* Die freie Amoeba, welche die Cyste oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. *C.* Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist (*Da* und *Db*).

Theilung fort. Dieser Prozeß unterscheidet sich von der vorher bei den Moneren beschriebenen Selbsttheilung nur dadurch, daß zunächst der festere Zellkern (Nucleus) durch Einschnürung in zwei Hälften zerfällt. Die beiden jungen Kerne entfernen sich von einander und wirken nun

wie zwei verschiedene Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende weichere Eiweißmasse, den Zellstoff (Protoplasma). Dadurch zerfällt schließlich auch dieser in zwei Hälften, und es sind nun zwei neue Zellen vorhanden, welche der Mutterzelle gleich sind. War die Zelle von einer Membran umgeben, so theilt sich diese entweder nicht, wie bei der Eifurchung (Fig. 3, 4), oder sie folgt passiv der activen Einschnürung des Protoplasma, oder es wird von jeder jungen Zelle eine neue Haut ausgeschwitzt.

Ganz ebenso wie die selbstständigen einzelligen Organismen, z. B. Amoeba (Fig. 2), pflanzen sich nun auch die unselbstständigen Zellen fort, welche in Gemeinden oder Staaten vereinigt bleiben und so den Körper der höheren Organismen zusammensetzen. Ebenso vermehren sich auch durch einfache Theilung die Zellen, welche als Eier den meisten Thieren, als Embryobläschen den meisten Pflanzen den Ursprung geben. Wenn sich aus einem Ei ein Thier, z. B. ein Säugethier (Fig. 3, 4) entwickelt,

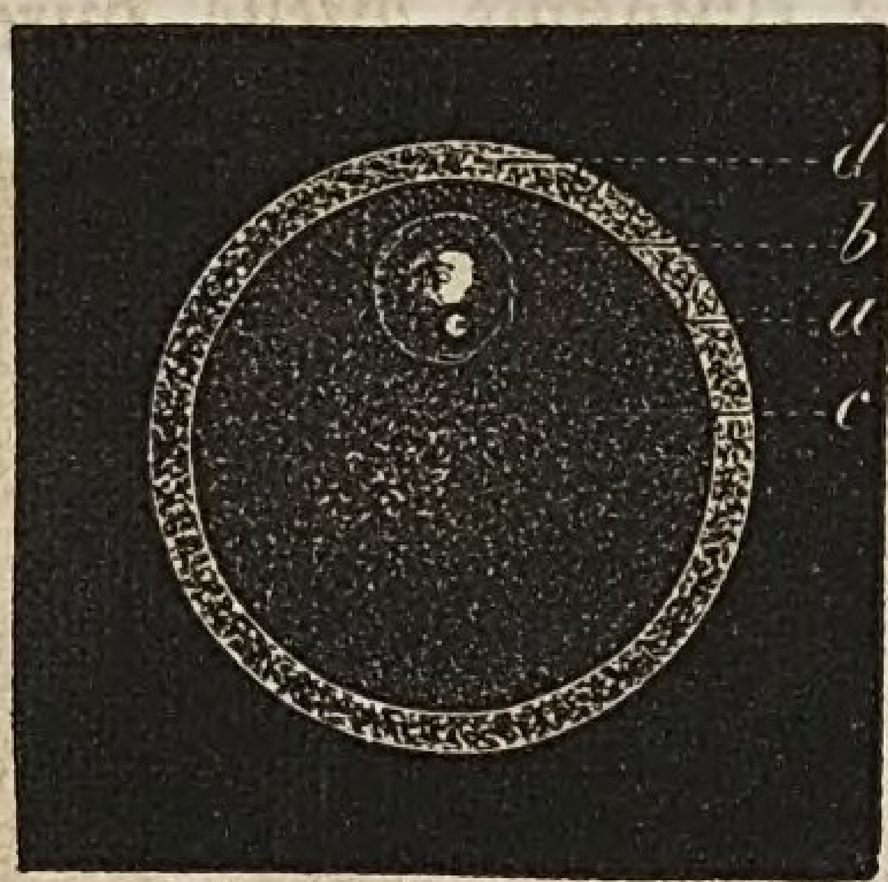


Fig. 3. Ei eines Säugethieres (eine einfache Zelle). *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (sogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (sogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellstoff oder Protoplasma (sogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchsichtigkeit Membrana pellucida genannt.

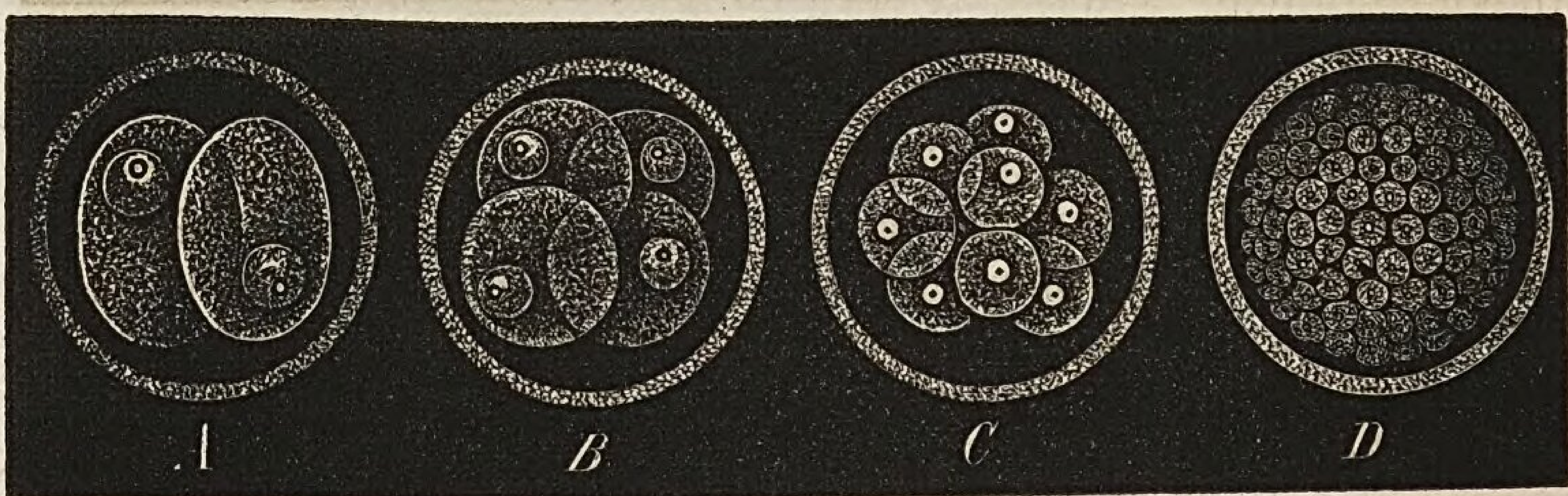


Fig. 4. Erster Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). Fig. 4 *A*. Das Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. Fig 4 *B*. Diese zerfallen durch Halbirung in 4 Zellen. Fig. 4 *C*. Diese letzteren sind in 8 Zellen zerfallen. Fig. 4 *D*. Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden.

so beginnt dieser Entwickelungsprozeß stets damit, daß die einfache Eizelle (Fig. 3) durch fortgesetzte Selbsttheilung einen Zellenhaufen bildet (Fig. 4). Die äußere Hülle oder Zellhaut des kugeligen Eies bleibt ungetheilt. Zuerst zerfällt der Zellenkern des Eies (das sogenannte Keimbläschen) durch Selbsttheilung in zwei Kerne, dann folgt der Zellstoff (der Dotter des Eies) nach (Fig. 4 A). In gleicher Weise zerfallen durch die fortgesetzte Selbsttheilung die zwei Zellen in vier (Fig. 4 B), diese in acht (Fig. 4 C), in sechzehn, zweiunddreißig u. s. w., und es entsteht schließlich ein kugeliger Haufe von sehr zahlreichen kleinen Zellen (Fig. 4 D), die nun durch weitere Vermehrung und ungleichartige Ausbildung (Arbeitstheilung) allmählich den zusammengesetzten mehrzelligen Organismus aufbauen. Jeder von uns hat im Beginne seiner individuellen Entwickelung denselben, in Fig. 4 dargestellten Prozeß durchgemacht. Das in Fig. 3 abgebildete Säugethierei und die in Fig. 4 dargestellte Entwickelung desselben könnte eben so gut vom Menschen, als vom Affen, vom Hunde oder irgend einem anderen placentalen Säugethier herrühren.

Wenn Sie nun zunächst nur diese einfachste Form der Fortpflanzung, die Selbsttheilung betrachten, so werden Sie es gewiß nicht wunderbar finden, daß die Theilproducte des ursprünglichen Organismus dieselben Eigenschaften besitzen, wie das elterliche Individuum. Sie sind ja Theilhälften des elterlichen Organismus, und da die Materie, der Stoff in beiden Hälften derselbe ist, da die beiden jungen Individuen gleich viel und gleich beschaffene Materie von dem elterlichen Individuum überkommen haben, so finden Sie es gewiß natürlich, daß auch die Lebenserscheinungen, die physiologischen Eigenschaften in den beiden Kindern dieselben sind. In der That sind in jeder Beziehung, sowohl hinsichtlich ihrer Form und ihres Stoffes, als hinsichtlich ihrer Lebenserscheinungen, die beiden Tochterzellen (wenigstens im Anfang) nicht von einander und von der Mutterzelle zu unterscheiden. Sie haben von ihr die gleiche Natur g e e r b t.

Nun findet sich aber dieselbe einfache Fortpflanzung durch Theilung nicht bloß bei den einfachen Zellen, sondern auch bei höher ste-

henden mehrzelligen Organismen, z. B. bei den Korallenthieren. Viele derselben, welche schon einen höheren Grad von Zusammensetzung und Organisation zeigen, pflanzen sich dennoch einfach durch Theilung fort. Hier zerfällt der ganze Organismus mit allen seinen Organen in zwei gleiche Hälften, sobald er durch Wachsthum ein gewisses Maß der Größe erreicht hat. Jede Hälfte ergänzt sich alsbald wieder durch Wachsthum zu einem vollständigen Individuum. Auch hier finden Sie es gewiß selbstverständlich, daß die beiden Theilproducte die Eigenschaften des elterlichen Organismus theilen, da sie ja selbst Substanzhälften desselben sind. Die Vererbung aller Eigenschaften der ursprünglichen Koralle auf ihre beiden, durch Wachsthum sich ergänzenden Hälften, hat gewiß nichts Befremdendes.

An die Fortpflanzung durch Theilung schließt sich zunächst die Fortpflanzung durch Knospenbildung an. Diese Art der Monogonie ist außerordentlich weit verbreitet. Sie findet sich sowohl bei den einfachen Zellen (obwohl seltener), als auch bei den aus vielen Zellen zusammengesetzten höheren Organismen. Ganz allgemein verbreitet ist die Knospenbildung im Pflanzenreich, seltener im Thierreich. Jedoch kommt sie auch hier in dem Stamme der Pflanzenthiere, insbesondere bei den Korallen und bei einem großen Theile der Hydromedusen sehr häufig vor, ferner auch bei einem Theile der Würmer (Plattwürmern, Ringelwürmern, Moosthieren und Mantelthieren). Alle verzweigten Thierstöcke, welche auch äußerlich den verzweigten Pflanzenstöcken so ähnlich sind, entstehen gleich diesen durch Knospenbildung.

Die Fortpflanzung durch Knospenbildung (Gemmatio) unterscheidet sich von der Fortpflanzung durch Theilung wesentlich dadurch, daß die beiden, durch Knospung neu erzeugten Organismen nicht von gleichem Alter, und daher anfänglich auch nicht von gleichem Werthe sind, wie es bei der Theilung der Fall ist. Bei der letzteren können wir offenbar keines der beiden neu erzeugten Individuen als das elterliche, als das erzeugende ansehen, weil beide ja gleichen Antheil an der Zusammensetzung des ursprünglichen, elterlichen Individuums haben. Wenn dagegen ein Organismus eine Knospe treibt, so ist

die letztere das Kind des ersteren. Beide Individuen sind von ungleichem Alter und daher zunächst auch von ungleicher Größe und ungleichem Formwerth. Wenn z. B. eine Zelle durch Knospenbildung sich fortpflanzt, so sehen wir nicht, daß die Zelle in zwei gleiche Hälften zerfällt, sondern es bildet sich an einer Stelle eine Hervorragung, welche größer und größer wird, und welche sich mehr oder weniger von der elterlichen Zelle absondert und nun selbstständig wächst. Ebenso bemerken wir bei der Knospenbildung einer Pflanze oder eines Thieres, daß an einer Stelle des ausgebildeten Individuums eine kleine locale Wucherung entsteht, welche größer und größer wird, und ebenfalls durch selbstständiges Wachsthum sich mehr oder weniger von dem elterlichen Organismus absondert. Die Knospe kann, nachdem sie eine gewisse Größe erlangt hat, entweder vollkommen von dem Elternindividuum sich ablösen, oder sie kann mit diesem im Zusammenhang bleiben und einen Stock bilden, dabei aber doch ganz selbstständig weiter leben. Während das Wachsthum, welches die Fortpflanzung einleitet, bei der Theilung ein totales ist und den ganzen Körper betrifft, ist dasselbe dagegen bei der Knospenbildung ein partielles und betrifft nur einen Theil des elterlichen Organismus. Aber auch hier werden Sie es wieder sehr natürlich finden, daß die Knospe, das neu erzeugte Individuum, welches mit dem elterlichen Organismus so lange im unmittelbarsten Zusammenhang steht und aus diesem hervorgeht, dieselben Eigenschaften zeigt, wie der letztere. Denn auch die Knospe ist ursprünglich ein Theil des Leibes, von dem sie erzeugt wurde, und Sie können sich nicht darüber wundern, daß dieselbe die ursprünglich eingeschlagene Bildungsrichtung verfolgt und alle wesentlichen Eigenschaften durch Vererbung von dem Elternindividuum überkömmt.

An die Knospenbildung schließt sich unmittelbar eine dritte Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung an, diejenige durch Keimknospenbildung (Polysporogonia). Bei niederen, unvollkommenen Organismen, unter den Thieren insbesondere bei den Pflanzenthieren und Würmern, finden Sie sehr häufig, daß im Innern eines aus vielen Zellen zusammengesetzten Individuums eine kleine Zellengruppe

von den umgebenden Zellen sich absondert, und daß diese kleine isolirte Zellengruppe allmählich zu einem Individuum heranwächst, welches dem elterlichen ähnlich wird, und früher oder später aus diesem heraustritt. So entstehen z. B. im Körper der Saugwürmer (Trematoden) oft zahlreiche, aus vielen Zellen zusammengesetzte Körperchen, Keimknospen oder Polysporen, welche sich schon frühzeitig ganz von dem Elternkörper absondern und diesen verlassen, nachdem sie einen gewissen Grad selbstständiger Ausbildung erreicht haben. Auch hier vererben sich die specifischen Eigenschaften des zeugenden Individuums auf die Keimknospen, obwohl diese sich viel früher absondern und selbstständig wachsen, als es bei den Knospen der Fall ist.

Offenbar ist die Keimknospenbildung von der echten Knospenbildung nur wenig verschieden. Andrerseits aber berührt sie sich mit einer vierten Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, welche beinahe schon zur geschlechtlichen Zeugung hinüberführt, nämlich mit der Keimzellenbildung (Monosporogonia), welche auch oft schlechtweg die Sporenbildung (Sporogonia) genannt wird. Hier ist es nicht mehr eine Zellengruppe, sondern eine einzelne Zelle, welche sich im Innern des zeugenden Organismus von den umgebenden Zellen absondert, und sich erst weiter entwickelt, nachdem sie aus jenem ausgetreten ist. Nachdem diese Keimzelle oder Monospore (gewöhnlich kurzweg Spore genannt) das Elternindividuum verlassen hat, vermehrt sie sich durch Theilung und bildet so einen vielzelligen Organismus, welcher durch Wachsthum und allmähliche Ausbildung die erblichen Eigenschaften des elterlichen Organismus erlangt. So geschieht es sehr allgemein bei den niederen Pflanzen (Kryptogamen).

Obwohl die Keimzellenbildung der Keimknospenbildung sehr nahe steht, entfernt sie sich doch offenbar von dieser, wie von den vorher angeführten anderen Formen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sehr wesentlich dadurch, daß nur ein ganz kleiner Theil des zeugenden Organismus die Fortpflanzung und somit auch die Vererbung vermittelt. Bei der Selbsttheilung, wo der ganze Organismus in zwei Hälften zerfällt, bei der Knospenbildung und Keimknospenbildung, wo ein ansehnlicher und

bereits mehr oder minder entwickelter Körpertheil von dem zeugenden Individuum sich absondert, finden wir es sehr begreiflich, daß Formen und Lebenserscheinungen in dem zeugenden und dem erzeugten Organismus dieselben sind. Viel schwieriger ist es schon bei der Keimzellenbildung zu begreifen, wie dieser ganz kleine, ganz unentwickelte Körpertheil, diese einzelne Zelle, nicht bloß gewisse elterliche Eigenschaften unmittelbar mit in ihre selbstständige Existenz hinübernimmt, sondern auch nach ihrer Trennung vom elterlichen Individuum sich zu einem mehrzelligen Körper entwickelt, und in diesem die Formen und die Lebenserscheinungen des ursprünglichen, zeugenden Organismus wieder zu Tage treten läßt. Diese letzte Form der monogenen Fortpflanzung, die Keimzellen- oder Sporenbildung, führt uns hierdurch bereits unmittelbar zu der am schwierigsten zu erklärenden Form der Fortpflanzung, zur geschlechtlichen Zeugung, hinüber.

Die geschlechtliche (amphigone oder sexuelle) Zeugung (Amphigonia) ist die gewöhnliche Fortpflanzungsart bei allen höheren Thieren und Pflanzen. Offenbar hat sich dieselbe erst sehr spät im Verlaufe der Erdgeschichte aus der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, und zwar zunächst aus der Keimzellenbildung entwickelt. In den frühesten Perioden der organischen Erdgeschichte pflanzten sich alle Organismen nur auf ungeschlechtlichem Wege fort, wie es gegenwärtig noch zahlreiche niedere Organismen thun, insbesondere diejenigen, welche auf der niedrigsten Stufe der Organisation stehen, welche man weder als Thiere noch als Pflanzen mit vollem Rechte betrachten kann, und welche man daher am besten als Urwesen oder Protisten aus dem Thier- und Pflanzenreich ausscheidet. Allein bei den höheren Thieren und Pflanzen erfolgt gegenwärtig die Vermehrung der Individuen in der Regel auf dem Wege der geschlechtlichen Fortpflanzung, und bei der Wichtigkeit dieser hervorragenden Erscheinung müssen wir dieselbe hier näher in's Auge fassen.

Während bei allen vorhin erwähnten Hauptformen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, bei der Theilung, Knospenbildung, Keimknospenbildung und Keimzellenbildung, die abgesonderte Zelle oder Zellen-

gruppe für sich allein im Stande war, sich zu einem neuen Individuum auszubilden, so muß dieselbe dagegen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung erst durch einen anderen Zeugungsstoff befruchtet werden. Der befruchtende männliche Samen muß sich erst mit der weiblichen Keimzelle, dem Ei, vermischen, ehe sich dieses zu einem neuen Individuum entwickeln kann. Diese beiden verschiedenen Zeugungsstoffe, der männliche Samen und das weibliche Ei, werden entweder von einem und demselben Individuum erzeugt (Hermaphroditismus) oder von zwei verschiedenen Individuen (Gonochorismus) (Gen. Morph. II., 58—59).

Die einfachere Form der geschlechtlichen Fortpflanzung ist die Zwitterbildung (Hermaphroditismus). Sie findet sich bei der großen Mehrzahl der Pflanzen, aber nur bei einer großen Minderzahl der Thiere, z. B. bei den Gartenschnecken, Blutegeln, Regenwürmern und vielen andern Würmern. Jedes einzelne Individuum erzeugt als Zwitter (Hermaphroditus) in sich beiderlei Geschlechtsstoffe, Eier und Samen. Bei den meisten höheren Pflanzen enthält jede Blüthe sowohl die männlichen Organe (Staubfäden und Staubbeutel) als die weiblichen Organe (Griffel und Fruchtknoten). Jede Gartenschnecke erzeugt an einer Stelle ihrer Geschlechtsdrüse Eier, an einer andern Samen. Viele Zwitter können sich selbst befruchten; bei anderen dagegen ist eine Copulation und gegenseitige Befruchtung zweier Zwitter nothwendig, um die Eier zur Entwickelung zu veranlassen. Dieser letztere Fall ist offenbar schon der Uebergang zur Geschlechtstrennung.

Die Geschlechtstrennung (Gonochorismus), die verwickeltere von beiden Arten der geschlechtlichen Zeugung, hat sich offenbar erst in einer viel späteren Zeit der organischen Erdgeschichte aus der Zwitterbildung entwickelt. Sie ist gegenwärtig die allgemeine Fortpflanzungsart der höheren Thiere, findet sich dagegen nur bei einer geringeren Anzahl von Pflanzen (z. B. manchen Wasserpflanzen, Hydrocharis, Vallisneria) und Bäumen (Weiden, Pappeln). Jedes organische Individuum als Nichtzwitter (Gonochoristus) erzeugt in

sich nur einen von beiden Zeugungsstoffen, entweder männlichen oder weiblichen. Die weiblichen Individuen bilden bei den Thieren Eier, bei den Pflanzen den Eiern entsprechende Zellen (Embryobläschen bei den Phanerogamen, Archegoniumcentralzellen bei den höheren Kryptogamen). Die männlichen Individuen sondern bei den Thieren den befruchtenden Samen (Sperma) ab, bei den Pflanzen dem Sperma entsprechende Körperchen (Pollenkörner oder Blüthenstaub bei den Phanerogamen, bei den Kryptogamen ein Sperma, welches gleich demjenigen der meisten Thiere aus lebhaft beweglichen, in einer Flüssigkeit schwimmenden Fäden besteht).

Eine interessante Uebergangsform von der geschlechtlichen Zeugung zu der (dieser nächststehenden) ungeschlechtlichen Keimzellenbildung bietet die sogenannte jungfräuliche Zeugung (Parthenogenesis) dar, welche bei den Insecten in neuerer Zeit vielfach beobachtet worden ist. Hier werden Keimzellen, die sonst den Eizellen ganz ähnlich erscheinen und ebenso gebildet werden, fähig, zu neuen Individuen sich zu entwickeln, ohne des befruchtenden Samens zu bedürfen. Die merkwürdigsten und lehrreichsten von den verschiedenen parthenogenetischen Erscheinungen bieten uns diejenigen Fälle, in denen dieselben Keimzellen, je nachdem sie befruchtet werden oder nicht, verschiedene Individuen erzeugen. Bei unseren gewöhnlichen Honigbienen entsteht aus den Eiern der Königin ein männliches Individuum, wenn das Ei nicht befruchtet wird, ein weibliches, wenn das Ei befruchtet wird, eine Erscheinung, die schon dem Aristoteles bekannt gewesen zu sein scheint, die aber neuerdings erst wieder vollkommen festgestellt wurde. Es zeigt sich hier deutlich, daß in der That eine tiefe Kluft zwischen geschlechtlicher und geschlechtsloser Zeugung nicht existirt, daß beide Formen vielmehr unmittelbar zusammenhängen. Offenbar ist die geschlechtliche Zeugung, die als ein so wunderbarer, räthselhafter Vorgang erscheint, erst in sehr später Zeit aus gewissen Formen der ungeschlechtlichen Zeugung hervorgegangen. Wenn wir aber bei der letzteren die Vererbung als eine nothwendige

Theilerscheinung der Fortpflanzung betrachten müssen, so werden wir das auch bei der ersteren können.

In allen verschiedenen Fällen der Fortpflanzung ist das Wesentliche dieses Vorgangs immer die Ablösung eines Theiles des elterlichen Organismus und die Befähigung desselben zur individuellen, selbstständigen Existenz. In allen Fällen dürfen wir daher von vornherein schon erwarten, daß die kindlichen Individuen, die ja, wie man sich ausdrückt, Fleisch und Bein der Eltern sind, zugleich immer dieselben Lebenserscheinungen und Formeigenschaften erlangen werden, welche die elterlichen Individuen besitzen. Immer ist es nur eine größere oder geringere Quantität der elterlichen Materie, welche auf das kindliche Individuum übergeht. Mit der Materie werden aber auch deren Lebenseigenschaften übertragen, welche sich dann in ihrer Form äußern. Wenn Sie sich die angeführte Kette von verschiedenen Fortpflanzungsformen in ihrem Zusammenhange vor Augen stellen, so verliert die Vererbung durch geschlechtliche Zeugung sehr Viel von dem Räthselhaften und Wunderbaren, das sie auf den ersten Blick für den Laien besitzt. Es erscheint anfänglich höchst wunderbar, daß bei der geschlechtlichen Fortpflanzung des Menschen, wie aller höheren Thiere, das kleine Ei, eine für das bloße Auge oft kaum sichtbare Zelle (beim Menschen und den anderen Säugethieren nur von $\frac{1}{10}$ Linie Durchmesser) im Stande ist, alle Eigenschaften des mütterlichen Organismus auf den kindlichen zu übertragen; und nicht weniger räthselhaft muß es erscheinen, daß zugleich die wesentlichen Eigenschaften des väterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen werden vermittelst des männlichen Sperma, welches die Eizelle befruchtete, vermittelst einer schleimigen Masse, in der unendlich feine Eiweißfäden, die Samenfäden, sich umherbewegen. Sobald Sie aber jene zusammenhängende Stufenleiter der verschiedenen Fortpflanzungsarten vergleichen, bei welcher der kindliche Organismus als überschüssiges Wachsthumsproduct des Elternindividuums sich immer mehr von ersterem absondert, und immer frühzeitiger die selbstständige Laufbahn betritt; sobald Sie zugleich erwägen, daß auch das Wachsthum und die Ausbildung jedes höheren Organismus bloß auf der Vermehrung

der ihn zusammensetzenden Zellen, auf der einfachen Fortpflanzung durch Theilung beruht, so wird es Ihnen klar, daß alle diese merkwürdigen Vorgänge in eine Reihe gehören, und daß überall die Uebertragung eines Theiles der elterlichen Materie auf den kindlichen Organismus einzig und allein die Ursache der Vererbung, die mechanische Ursache der Uebertragung auch der Formen und Lebenserscheinungen vom zeugenden auf den erzeugten Organismus ist.

Das Leben jedes organischen Individuums ist Nichts weiter, als eine zusammenhängende Kette von sehr verwickelten materiellen Bewegungserscheinungen. Die specifisch bestimmte Richtung dieser gleichartigen, anhaltenden, immanenten Lebensbewegung wird in jedem Organismus durch die materielle Beschaffenheit, durch die chemische Mischung des eiweißartigen Zeugungsstoffes bedingt, welcher ihm den Ursprung gab. Bei dem Menschen, wie bei den höheren Thieren, welche geschlechtlich sich fortpflanzen, beginnt die individuelle Lebensbewegung in dem Momente, in welchem die Eizelle von den Samenfäden des Sperma befruchtet wird, in welchem beide Zeugungsstoffe sich thatsächlich vermischen, und hier wird nun die Richtung der Lebensbewegung durch die specifische, oder richtiger individuelle Beschaffenheit sowohl des Samens als des Eies bestimmt. Ueber die rein mechanische, materielle Natur dieses Vorgangs kann kein Zweifel sein. Aber staunend und bewundernd müssen wir hier vor der unendlichen, für uns unfaßbaren Feinheit der eiweißartigen Materie still stehen. Staunen müssen wir über die unleugbare Thatsache, daß die einfache Eizelle der Mutter, der einzige Samenfaden des Vaters die individuelle Lebensbewegung dieser beiden Individuen so genau auf das Kind überträgt, daß nachher die feinsten körperlichen und geistigen Eigenthümlichkeiten der beiden Eltern an diesem wieder zum Vorschein kommen.

Hier stehen wir vor einer mechanischen Naturerscheinung, von welcher Virchow, der geistvolle Begründer der „Cellularpathologie", mit vollem Rechte sagt: „Wenn der Naturforscher dem Gebrauche der Geschichtschreiber und Kanzelredner zu folgen liebte, ungeheure und

in ihrer Art einzige Erscheinungen mit dem hohlen Gepränge schwerer und tönender Worte zu überziehen, so wäre hier der Ort dazu; denn wir sind an eines der großen Mysterien der thierischen Natur getreten, welche die Stellung des Thieres gegenüber der ganzen übrigen Erscheinungswelt enthalten. Die Frage von der Zellenbildung, die Frage von der Erregung anhaltender gleichartiger Bewegung, endlich die Fragen von der Selbstständigkeit des Nervensystems und der Seele — das sind die großen Aufgaben, an denen der Menschengeist seine Kraft mißt. Die Beziehung des Mannes und des Weibes zur Eizelle zu erkennen, heißt fast so viel, als alle jene Mysterien lösen. Die Entstehung und Entwickelung der Eizelle im mütterlichen Körper, die Uebertragung körperlicher und geistiger Eigenthümlichkeiten des Vaters durch den Samen auf dieselbe, berühren alle Fragen, welche der Menschengeist je über des Menschen Sein aufgeworfen hat [12]." Und, fügen wir hinzu, sie lösen diese höchsten Fragen mittelst der Descendenztheorie in rein mechanischem, rein monistischem Sinne!

Daß also auch bei der geschlechtlichen Fortpflanzung des Menschen und aller höheren Organismen die Vererbung, ein rein mechanischer Vorgang, unmittelbar durch den materiellen Zusammenhang des zeugenden und des gezeugten Organismus bedingt ist, ebenso wie bei der einfachsten ungeschlechtlichen Fortpflanzung der niederen Organismen, darüber kann kein Zweifel mehr sein. Doch will ich Sie bei dieser Gelegenheit sogleich auf einen wichtigen Unterschied aufmerksam machen, welchen die Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung darbietet. Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß die individuellen Eigenthümlichkeiten des zeugenden Organismus viel genauer durch die ungeschlechtliche als durch die geschlechtliche Fortpflanzung auf das erzeugte Individuum übertragen werden. Die Gärtner machen von dieser Thatsache schon lange vielfach Gebrauch. Wenn z. B. in einem Garten zufällig ein einzelnes Individuum von einer Baumart, welche sonst steife, aufrecht stehende Aeste und Zweige trägt, herabhängende Zweige bekömmt, so kann der Gärtner in der Regel diese Eigenthümlichkeit nicht durch geschlechtliche,

sondern nur durch ungeschlechtliche Fortpflanzung vererben. Die von einem solchen Trauerbaum abgeschnittenen Zweige, als Stecklinge gepflanzt, bilden späterhin Bäume, welche ebenfalls hängende Aeste haben, wie z. B. die Trauerweiden, Trauerbuchen. Samenpflanzen dagegen, welche man aus den Samen eines solchen Trauerbaumes zieht, erhalten in der Regel wieder die ursprüngliche, steife und aufrechte Zweigform der Voreltern. In sehr auffallender Weise kann man dasselbe auch an den sogenannten „Blutbäumen" wahrnehmen, d. h. Spielarten von Bäumen, welche sich durch rothe oder rothbraune Farbe der Blätter auszeichnen. Abkömmlinge von solchen Blutbäumen (z. B. Blutbuchen), welche man durch ungeschlechtliche Fortpflanzung, durch Stecklinge von Knospen und Zweigen erzeugt, zeigen die eigenthümliche Farbe und Beschaffenheit der Blätter, welche das elterliche Individuum auszeichnet, während andere, aus den Samen der Blutbäume gezogene Individuen in die grüne Blattfarbe zurückschlagen.

Dieser Unterschied in der Vererbung wird Ihnen sehr natürlich vorkommen, sobald Sie erwägen, daß der materielle Zusammenhang zwischen zeugenden und erzeugten Individuen bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung viel inniger ist und viel länger dauert, als bei der geschlechtlichen. Auch geht bei der letzteren ein viel kleineres Stück der elterlichen Materie auf den kindlichen Organismus über, als bei der ersteren. Die individuelle Richtung der Lebensbewegung kann sich daher bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung viel länger und gründlicher in dem kindlichen Organismus befestigen, und viel strenger vererben. Alle diese Erscheinungen im Zusammenhang betrachtet bezeugen klar, daß die Vererbung der körperlichen und geistigen Eigenschaften ein rein materieller, mechanischer Vorgang ist, und daß die Uebertragung eines größern oder geringern Stofftheilchens vom elterlichen Organismus auf den kindlichen die einzige Ursache der Aehnlichkeit zwischen Beiden ist. Sie erklären uns hinlänglich, warum auch die feineren Eigenthümlichkeiten, die an der Materie des elterlichen Organismus haften, früher oder später an der Materie des kindlichen Organismus wieder erscheinen.

Neunter Vortrag.

Vererbungsgesetze. Anpassung und Ernährung.

Unterscheidung der erhaltenden und fortschreitenden Vererbung. Gesetze der erhaltenden oder conservativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder continuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechsel. Rückschlag. Verwilderung. Geschlechtliche oder sexuelle Vererbung. Secundäre Sexualcharaktere. Gemischte oder amphigone Vererbung. Bastardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charactere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befestigte oder constituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpassung und Veränderlichkeit. Zusammenhang der Anpassung und der Ernährung. Unterscheidung der indirecten und directen Anpassung.

Meine Herren! Von den beiden allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen, der Anpassung und der Vererbung, welche in ihrer Wechselwirkung die verschiedenen Organismenarten hervorbringen, haben wir im letzten Vortrage die Vererbung betrachtet und wir haben versucht, diese in ihren Wirkungen so räthselhafte Lebensthätigkeit zurückzuführen auf eine andere physiologische Function der Organismen, auf die Fortpflanzung. Diese beruht ihrerseits wieder, wie alle anderen Lebenserscheinungen der Thiere und Pflanzen, auf physikalischen und chemischen Verhältnissen, welche allerdings bisweilen äußerst verwickelt erscheinen, dennoch aber im Grunde auf einfache, mechanische

Ursachen, auf Anziehungs- und Abstoßungsverhältnisse der Stofftheilchen, auf Bewegungserscheinungen der Materie zurückzuführen sind.

Bevor wir nun zur zweiten, der Vererbung entgegenwirkenden Function, der Erscheinung der Anpassung oder Abänderung übergehen, erscheint es zweckmäßig, zuvor noch einen Blick auf die verschiedenen Aeußerungsweisen der Erblichkeit zu werfen, welche man vielleicht schon jetzt als „Vererbungsgesetze" aufstellen kann. Leider ist für diesen so außerordentlich wichtigen Gegenstand sowohl in der Zoologie, als auch in der Botanik, bisher nur sehr Wenig geschehen, und fast Alles, was man von den verschiedenen Vererbungsgesetzen weiß, beruht auf den Erfahrungen der Landwirthe und der Gärtner. Daher ist es nicht zu verwundern, daß im Ganzen diese äußerst interessanten und wichtigen Erscheinungen nicht mit der wünschenswerthen wissenschaftlichen Schärfe untersucht und in die Form von naturwissenschaftlichen Gesetzen gebracht worden sind. Was ich Ihnen demnach im Folgenden von den verschiedenen Vererbungsgesetzen mittheilen werde, sind nur einige Bruchstücke, die vorläufig aus dem unendlich reichen Schatz, welcher für die Erkenntniß hier offen liegt, herausgenommen werden.

Wir können zunächst alle verschiedenen Erblichkeitserscheinungen in zwei Gruppen bringen, welche wir als Vererbung ererbter Charactere und Vererbung erworbener Charactere unterscheiden; und wir können die erstere als die erhaltende (conservative) Vererbung, die zweite als die fortschreitende (progressive) Vererbung bezeichnen. Diese Unterscheidung beruht auf der äußerst wichtigen Thatsache, daß die Einzelwesen einer jeden Art von Thieren und Pflanzen nicht allein diejenigen Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererben können, welche sie selbst von ihren Vorfahren ererbt haben, sondern auch die eigenthümlichen, individuellen Eigenschaften, die sie erst während ihres Lebens erworben haben. Diese letzteren werden durch die fortschreitende, die ersteren durch die erhaltende Erblichkeit übertragen. Zunächst haben wir nun hier die Erscheinungen der conservativen oder erhaltenden Vererbung zu untersuchen, d. h. der Verer-

bung solcher Eigenschaften, welcher der betreffende Organismus selbst von seinen Eltern oder Vorfahren schon erhalten hat (Gen. Morph. II, 180).

Unter den Erscheinungen der conservativen Vererbung tritt uns zunächst als das allgemeinste Gesetz dasjenige entgegen, welches wir das Gesetz der ununterbrochenen oder continuirlichen Vererbung nennen können. Dasselbe hat unter den höheren Thieren und Pflanzen so allgemeine Gültigkeit, daß der Laie zunächst seine Wirksamkeit überschätzen und es für das einzige, allein maßgebende Vererbungsgesetz halten dürfte. Es besteht dieses Gesetz einfach darin, daß innerhalb der meisten Thier- oder Pflanzenarten jede Generation im Ganzen der andern gleich ist, daß die Eltern ebenso den Großeltern, wie den Kindern ähnlich sind. „Gleiches erzeugt Gleiches", sagt man gewöhnlich, richtiger aber: „Aehnliches erzeugt Aehnliches". Denn in der That sind die Nachkommen oder Descendenten eines jeden Organismus demselben niemals in allen Stücken absolut gleich, sondern immer nur in einem mehr oder weniger hohen Grade ähnlich. Dieses Gesetz ist so allgemein bekannt, daß ich keine Beispiele dafür anzuführen brauche.

In einem gewissen Gegensatze zu demselben steht das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung, welche man auch als abwechselnde oder alternirende Vererbung bezeichnen könnte. Dieses wichtige Gesetz erscheint hauptsächlich in Wirksamkeit bei vielen niederen Thieren und Pflanzen, und äußert sich hier, im Gegensatz zu dem ersteren, darin, daß die Kinder den Eltern nicht gleich, sondern sehr unähnlich sind, und daß erst die dritte oder eine spätere Generation der ersten wieder ähnlich wird. Die Enkel sind den Großeltern gleich, den Eltern aber ganz unähnlich. Es ist das eine merkwürdige Erscheinung, welche bekanntermaßen in geringerem Grade auch in den menschlichen Familien sehr häufig auftritt. Zweifelsohne wird Jeder von Ihnen einzelne Familienglieder kennen, welche in dieser oder jener Eigenthümlichkeit viel mehr dem Großvater oder der Großmutter, als dem Vater oder der Mutter gleichen. Bald sind

es körperliche Eigenschaften, z. B. Gesichtszüge, Haarfarbe, Körpergröße, bald geistige Eigenheiten, z. B. Temperament, Energie, Verstand, welche in dieser Art sprungweise vererbt werden. Ebenso wie beim Menschen können Sie diese Thatsache bei den Hausthieren beobachten. Bei den am meisten veränderlichen Hausthieren, beim Hund, Pferd, Rind, machen die Thierzüchter sehr häufig die Erfahrung, daß ihr Züchtungsproduct mehr dem großelterlichen, als dem elterlichen Organismus ähnlich ist. Wollen Sie dies Gesetz allgemein ausdrücken, und die Reihe der Generationen mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnen, so wird A = C = E, ferner B = D = F u. s. f.

Noch viel auffallender, als bei den höheren, tritt Ihnen bei den niederen Thieren und Pflanzen diese sehr merkwürdige Thatsache entgegen, und zwar in dem berühmten Phänomen des Generationswechsels (Metagenesis). Hier finden Sie sehr häufig z. B. unter den Plattwürmern, Mantelthieren, Pflanzenthieren (Coelenteraten), ferner unter den Farrnkräutern und Moosen, daß das organische Individuum bei der Fortpflanzung zunächst eine Form erzeugt, die gänzlich von der Elternform verschieden ist, und daß erst die Nachkommen dieser Generation der ersten wieder ähnlich werden. Dieser regelmäßige Generationswechsel wurde 1819 von dem Dichter Chamisso auf seiner Weltumsegelung bei den Salpen entdeckt, cylindrischen und glasartig durchsichtigen Mantelthieren, welche an der Oberfläche des Meeres schwimmen. Hier erzeugt die größere Generation, welche als Einsiedler lebt und ein hufeisenförmiges Auge besitzt, auf ungeschlechtlichem Wege (durch Knospenbildung) eine gänzlich verschiedene kleinere Generation. Die Individuen dieser zweiten kleineren Generation leben in Ketten vereinigt und besitzen ein kegelförmiges Auge. Jedes Individuum einer solchen Kette erzeugt auf geschlechtlichem Wege (als Zwitter) wiederum einen geschlechtslosen Einsiedler der ersten, größeren Generation. Es ist also hier bei den Salpen immer die erste, dritte, fünfte Generation, und ebenso die zweite, vierte, sechste Generation einander ganz ähnlich. Nun ist es aber nicht immer bloß eine Generation, die so überschlagen wird, sondern in andern Fällen

auch mehrere, so daß also die erste Generation der vierten, siebenten u. s. w. gleicht, die zweite der fünften und achten, die dritte der sechsten und neunten, und so weiter fort. Drei in dieser Weise verschiedene Generationen wechseln z. B. bei den zierlichen Seetönnchen (Doliolum) mit einander ab, kleinen Mantelthieren, welche den Salpen nahe verwandt sind. Hier ist A = D = G, ferner B = E = H, und C = F = I. Bei den Blattläusen folgt auf jede geschlechtliche Generation eine Reihe von acht bis zehn bis zwölf ungeschlechtlichen Generationen, die unter sich ähnlich und von der geschlechtlichen verschieden sind. Dann tritt erst wieder eine geschlechtliche Generation auf, die der längst verschwundenen gleich ist.

Wenn Sie dieses merkwürdige Gesetz der latenten oder unterbrochenen Vererbung weiter verfolgen und alle dahin gehörigen Erscheinungen zusammenfassen, so können Sie auch die bekannten Erscheinungen des Rückschlags darunter begreifen. Unter Rückschlag oder Atavismus im engeren Sinne — im weiteren Sinne nennt man überhaupt die Erblichkeit Atavismus — versteht man die allen Thierzüchtern bekannte merkwürdige Thatsache, daß bisweilen einzelne Thiere eine Form annehmen, welche schon seit vielen Generationen nicht vorhanden war, welche einer längst entschwundenen Generation angehört. Eines der merkwürdigsten hierher gehörigen Beispiele ist die Thatsache, daß bei einzelnen Pferden bisweilen ganz characteristische dunkle Streifen auftreten, ähnlich denen des Zebra, Quagga und anderer wilden Pferdearten Africas. Hauspferde von den verschiedensten Rassen und von allen Farben zeigen bisweilen solche dunkle Streifen, z. B. einen Längsstreifen des Rückens, Querstreifen der Schultern und der Beine u. s. w. Die plötzliche Erscheinung dieser Streifen läßt sich nur erklären als eine Wirkung der latenten Vererbung, als ein Rückschlag in die längst verschwundene uralte gemeinsame Stammform aller Pferdearten, welche zweifelsohne gleich den Zebras, Quaggas u. s. w. gestreift war. Ebenso erscheinen auch bei andern Hausthieren oft plötzlich gewisse Eigenschaften wieder, welche ihre längst ausgestorbenen wilden Stammeltern auszeichneten. Auch unter

den Pflanzen kann man den Rückschlag sehr häufig beobachten. Sie kennen wohl Alle das wilde gelbe Löwenmaul (Linaria vulgaris), eine auf unsern Aeckern und Wegen sehr gemeine Pflanze. Die rachenförmige gelbe Blüthe derselben enthält zwei lange und zwei kurze Staubfäden. Bisweilen aber erscheint eine einzelne Blüthe (Peloria), welche trichterförmig und ganz regelmäßig aus fünf einzelnen gleichen Abschnitten zusammengesetzt ist, mit fünf gleichartigen Staubfäden. Diese Peloria können wir nur erklären als einen Rückschlag in die längst entschwundene uralte gemeinsame Stammform aller derjenigen Pflanzen, welche gleich dem Löwenmaul eine rachenförmige zweilippige Blüthe mit zwei langen und zwei kurzen Staubfäden besitzen. Jene Stammform besaß gleich der Peloria eine regelmäßige fünftheilige Blüthe mit fünf gleichen, später erst allmählich ungleich werdenden Staubfäden (Vergl. oben S. 12, 14). Alle solche Rückschläge sind unter das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung zu bringen, wenn gleich die Zahl der Generationen, die übersprungen wird, ganz ungeheuer groß sein kann. Das ist auch bei den Rückschlägen des Menschen der Fall, z. B. bei den kürzlich von Carl Vogt untersuchten Affenmenschen (Microcephali). Diese Mißgeburten, von denen man schon gegen fünfzig genauer kennt, sind Hemmungsbildungen, bei denen zwar der Körper sonst gut entwickelt ist, aber das Gehirn und der Gehirnschädel auf der niederen Stufe unserer uralten Voreltern, der Affen, stehen geblieben ist. Demgemäß sind auch die Seelenerscheinungen der Affenmenschen, welche von ganz gesunden Eltern erzeugt sind, nicht denen der Menschen, sondern der Affen gleich. Es sind, zum Theil wenigstens, Rückschläge in die längst ausgestorbene affenartige Stammform des Menschen.

Wenn Culturpflanzen oder Hausthiere verwildern, wenn sie den Bedingungen des Culturlebens entzogen werden, so gehen sie Veränderungen ein, welche nicht als bloße Anpassung an die neuerworbene Lebensweise erscheinen, sondern als Rückschlag in die uralte Stammform, aus welcher die Culturformen erzogen worden sind. So kann man die verschiedenen Sorten des Kohls, die ungemein in

ihrer Form verschieden sind, durch absichtliche Verwilderung allmählich auf die ursprüngliche Stammform zurückführen. Ebenso schlagen die verwildernden Hunde, Pferde, Rinder u. s. w. oft mehr oder weniger in die längst ausgestorbene Generation zurück. Es kann eine erstaunlich lange Reihe von Generationen verfließen, ehe diese latente Vererbungskraft erlischt.

Als ein drittes Gesetz der erhaltenden oder conservativen Vererbung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Vererbung bezeichnen, nach welchem jedes Geschlecht auf seine Nachkommen desselben Geschlechts Eigenthümlichkeiten überträgt, welche es nicht auf die Nachkommen des andern Geschlechts vererbt. Die sogenannten „secundären Sexualcharaktere“, welche in mehrfacher Beziehung von außerordentlichem Interesse sind, liefern für dieses Gesetz überall zahlreiche Beispiele. Als untergeordnete oder secundäre Sexualcharaktere bezeichnet man solche Eigenthümlichkeiten des einen der beiden Geschlechter, welche nicht unmittelbar mit den Geschlechtsorganen selbst zusammenhängen. Solche Charaktere, welche bloß dem männlichen Geschlecht zukommen, sind z. B. das Geweih des Hirsches, die Mähne des Löwen, der Sporn des Hahns. Hierher gehört auch der menschliche Bart, eine Zierde, welche gewöhnlich dem weiblichen Geschlecht versagt ist. Aehnliche Charaktere, welche bloß das weibliche Geschlecht auszeichnen, sind z. B. die entwickelten Brüste mit den Milchdrüsen der weiblichen Säugethiere, der Beutel der weiblichen Beutelthiere. Auch Körpergröße und Hautfärbung ist bei den weiblichen Thieren vieler Arten abweichend. Alle diese secundären Geschlechtseigenschaften werden, ebenso wie die Geschlechtsorgane selbst, vom männlichen Organismus nur auf den männlichen vererbt, und nicht auf den weiblichen, und umgekehrt. Die entgegengesetzten Thatsachen sind Ausnahmen von der Regel.

Ein viertes hierher gehöriges Vererbungsgesetz steht in gewissem Sinne im Widerspruch mit dem letzterwähnten, und beschränkt dasselbe, nämlich das Gesetz der gemischten oder beiderseitigen (amphigonen) Vererbung. Dieses Gesetz sagt aus, daß ein

jedes organische Individuum, welches auf geschlechtlichem Wege erzeugt wird, von beiden Eltern Eigenthümlichkeiten annimmt, sowohl vom Vater als von der Mutter. Diese Thatsache, daß von jedem der beiden Geschlechter persönliche Eigenschaften auf alle, sowohl männliche als weibliche Kinder übergehen, ist sehr wichtig. Goethe drückt sie von sich selbst in dem hübschen Verse aus:

„Vom Vater hab ich die Statur, des Lebens ernstes Führen,
„Vom Mütterchen die Frohnatur und Lust zu fabuliren."

Diese Erscheinung wird Ihnen allen so bekannt sein, daß ich hier darauf nicht weiter einzugehen brauche. Durch den verschiedenen Antheil ihres Charakters, welchen Vater und Mutter auf ihre Kinder vererben, werden vorzüglich die individuellen Verschiedenheiten der Geschwister bedingt.

Unter dieses Gesetz der gemischten oder amphigonen Vererbung gehört auch die sehr wichtige und interessante Erscheinung der Bastardzeugung (Hybridismus). Richtig gewürdigt, genügt sie allein schon vollständig, um das herrschende Dogma von der Constanz der Arten zu widerlegen. Pflanzen sowohl als Thiere, welche zwei ganz verschiedenen Species angehören, können sich mit einander geschlechtlich vermischen und eine Nachkommenschaft erzeugen, die in vielen Fällen sich selbst wieder fortpflanzen kann, und zwar entweder (häufiger) durch Vermischung mit einem der beiden Stammeltern, oder aber (seltener) durch reine Inzucht, indem Bastard sich mit Bastard vermischt. Das letztere ist z. B. bei den Bastarden von Hasen und Kaninchen festgestellt. Allbekannt sind die Bastarde zwischen Pferd und Esel, zwei ganz verschiedenen Arten einer Gattung (Equus). Diese Bastarde sind verschieden, je nachdem der Vater oder die Mutter zu der einen oder zu der andern Art, zum Pferd oder zum Esel gehört. Das Maulthier (Mulus), welches von einer Pferdestute und einem Eselhengst erzeugt ist, hat ganz andere Eigenschaften als der Maulesel (Hinnus), der Bastard vom Pferdehengst und der Eselsstute. In jedem Fall ist der Bastard (Hybrida), der aus der Kreuzung zweier verschiedener Arten erzeugte Organismus, eine Mischform,

welche Eigenschaften von beiden Eltern angenommen hat; allein die Eigenschaften des Bastards sind ganz verschieden, je nach der Form der Kreuzung. So zeigen auch die Mulattenkinder, welche von einem Europäer mit einer Negerin erzeugt werden, eine andere Mischung der Charactere, als diejenigen Bastarde, welche ein Neger mit einer Europäerin erzeugt. Bei diesen Erscheinungen der Bastardzeugung sind wir wie bei den anderen vorher erwähnten Vererbungsgesetzen jetzt noch nicht im Stande, die mechanischen Ursachen im Einzelnen nachzuweisen. Aber kein Naturforscher zweifelt daran, daß die Ursachen hier überall rein mechanisch, in der Natur der organischen Materie selbst begründet sind. Wenn wir feinere Untersuchungsmittel als unsere groben Sinnesorgane und deren Hülfsmittel hätten, so würden wir jene mechanischen Ursachen erkennen, und sicherlich auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Materie, aus welcher der Organismus besteht, zurückführen können.

Als ein fünftes Gesetz müssen wir nun unter den Erscheinungen der conservativen oder erhaltenden Vererbung noch das Gesetz der abgekürzten oder vereinfachten Vererbung anführen. Dasselbe ist sehr wichtig für die Embryologie oder Ontogenie, d. h. für die Entwickelungsgeschichte der organischen Individuen. Wie ich bereits im ersten Vortrage (S. 9) erwähnte und später noch ausführlich zu erläutern habe, ist die Ontogenie oder die Entwickelungsgeschichte der Individuen weiter nichts als eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung der Phylogenie, d. h. der paläontologischen Entwickelungsgeschichte des ganzen organischen Stammes oder Phylum, zu welchem der betreffende Organismus gehört. Wenn Sie z. B. die individuelle Entwickelung des Menschen, des Affen, oder irgend eines anderen höheren Säugethieres innerhalb des Mutterleibes vom Ei an verfolgen, so finden Sie, daß der aus dem Ei entstehende Keim oder Embryo eine Reihe von sehr verschiedenen Formen durchläuft, welche im Ganzen übereinstimmt oder wenigstens parallel ist mit der Formenreihe, welche die historische Vorfahrenkette der höheren Säuge-

thiere uns darbietet. Zu diesen Vorfahren gehören gewisse Fische, Amphibien, Beutelthiere u. s. w. Allein der Parallelismus oder die Uebereinstimmung dieser beiden Entwickelungsreihen ist niemals ganz vollständig. Vielmehr sind in der Ontogenie immer Lücken und Sprünge, welche dem Ausfall einzelner Stadien der Phylogenie entsprechen. Wie Fritz Müller in seiner ausgezeichneten Schrift „Für Darwin"[16]) an dem Beispiel der Crustaceen oder Krebse vortrefflich erläutert hat „wird die in der individuellen Entwickelungsgeschichte erhaltene geschichtliche Urkunde allmählich verwischt, indem die Entwickelung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einschlägt." Diese Verwischung oder Abkürzung wird durch das Gesetz der abgekürzten Vererbung bedingt, und ich will dasselbe hier deshalb besonders hervorheben, weil es von großer Bedeutung für das Verständniß der Embryologie ist, und die anfangs befremdende Thatsache erklärt, daß nicht alle Entwickelungsformen, welche unsere Stammeltern durchlaufen haben, in der Formenreihe unserer eigenen individuellen Entwickelung noch sichtbar sind.

Den bisher erörterten Gesetzen der erhaltenden oder conservativen Vererbung stehen nun gegenüber die Vererbungserscheinungen der zweiten Reihe, die Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Vererbung. Sie beruhen, wie erwähnt, darauf, daß der Organismus nicht allein diejenigen Eigenschaften auf seine Nachkommen überträgt, die er bereits von den Voreltern ererbt hat, sondern auch eine Anzahl von denjenigen individuellen Eigenthümlichkeiten, welche er selbst erst während seines Lebens erworben hat. Die Anpassung verbindet sich hier bereits mit der Vererbung. (Gen. Morph. II, 186).

Unter diesen wichtigen Erscheinungen der fortschreitenden oder progressiven Vererbung können wir an die Spitze als das allgemeinste das Gesetz der angepaßten oder erworbenen Vererbung stellen. Dasselbe besagt eigentlich weiter Nichts, als was ich eben schon aussprach, daß unter bestimmten Umständen der Organismus fähig ist, alle Eigenschaften auf seine Nachkommen zu vererben, welche er selbst erst während seines Lebens durch Anpassung erworben

hat. Am deutlichsten zeigt sich diese Erscheinung natürlich dann, wenn die neu erworbene Eigenthümlichkeit die ererbte Form bedeutend abändert. Das war in den Beispielen der Fall, welche ich Ihnen in dem vorigen Vortrage von der Vererbung überhaupt angeführt habe, bei den Menschen mit sechs Fingern und Zehen, den Stachelschweinmenschen, den Blutbuchen, Trauerweiden u. s. w. Auch die Vererbung erworbener Krankheiten, z. B. der Schwindsucht, des Wahnsinns, beweist dies Gesetz sehr auffällig, ebenso die Vererbung des Albinismus. Albinos oder Kakerlaken nennt man solche Individuen, welche sich durch Mangel der Farbstoffe oder Pigmente in der Haut auszeichnen. Solche kommen bei Menschen, Thieren und Pflanzen sehr verbreitet vor. Bei Thieren, welche eine bestimmte dunkle Farbe haben, werden nicht selten einzelne Individuen geboren, welche der Farbe gänzlich entbehren, und bei den mit Augen versehenen Thieren ist dieser Pigmentmangel auch auf die Augen ausgedehnt, so daß die gewöhnlich lebhaft oder dunkel gefärbte Regenbogenhaut oder Iris des Auges farblos ist, aber wegen der durchschimmernden Blutgefäße roth erscheint. Bei manchen Thieren, z. B. den Kaninchen, Mäusen, sind solche Albinos mit weißem Fell und rothen Augen so beliebt, daß man sie in großer Menge als besondere Rasse hält und fortpflanzt. Dies wäre nicht möglich ohne das Gesetz der angepaßten Vererbung.

Welche von einem Organismus erworbene Abänderungen sich auf seine Nachkommen übertragen werden, welche nicht, ist von vornherein nicht zu bestimmen, und wir kennen leider die bestimmten Bedingungen nicht, unter denen die Vererbung erfolgt. Wir wissen nur im Allgemeinen, daß gewisse erworbene Eigenschaften sich viel leichter vererben als andere, z. B. als die durch Verwundung entstehenden Verstümmelungen. Diese letzteren werden in der Regel nicht erblich übertragen; sonst müßten die Descendenten von Menschen, die ihre Arme oder Beine verloren haben, auch mit dem Mangel des entsprechenden Armes oder Beines geboren werden. Ausnahmen sind aber auch hier vorhanden, und man hat z. B. eine schwanzlose Hunderasse

dadurch gezogen, daß man mehrere Generationen hindurch beiden Geschlechtern des Hundes consequent den Schwanz abschnitt. Noch vor einigen Jahren kam hier in der Nähe von Jena auf einem Gute der Fall vor, daß beim unvorsichtigen Zuschlagen des Stallthores einem Zuchtstier der Schwanz an der Wurzel abgequetscht wurde, und die von diesem Stiere erzeugten Kälber wurden sämmtlich schwanzlos geboren. Das ist allerdings eine Ausnahme. Es ist aber sehr wichtig, die Thatsache festzustellen, daß unter gewissen uns unbekannten Bedingungen auch solche gewaltsame Veränderungen erblich übertragen werden, in gleicher Weise wie es bei Krankheiten sehr allgemein der Fall ist.

In sehr vielen Fällen ist die Abänderung, welche durch angepaßte Vererbung übertragen und erhalten wird, angeboren, so bei dem vorher erwähnten Albinismus. Dann beruht die Abänderung auf derjenigen Form der Anpassung, welche wir die indirecte oder potentielle nennen. Ein sehr auffallendes Beispiel dafür liefert das hornlose Rindvieh von Paraguay in Südamerika. Daselbst wird eine besondere Rindviehrasse gezogen, die ganz der Hörner entbehrt, abstammend von einem einzigen Stiere, welcher im Jahre 1770 von einem gewöhnlichen gehörnten Elternpaare geboren wurde, und bei welchem der Mangel der Hörner durch irgendwelche unbekannte Ursache veranlaßt worden war. Alle Nachkommen dieses Stieres, welche er mit einer gehörnten Kuh erzeugte, entbehrten der Hörner vollständig. Man fand diese Eigenschaft vortheilhaft, und indem man die ungehörnten Rinder unter einander fortpflanzte, erhielt man eine hornlose Rindviehrasse, welche gegenwärtig die gehörnten Rinder in Paraguay fast verdrängt hat. Ein ähnliches Beispiel liefern die nordamerikanischen Otterschafe. Im Jahre 1791 lebte in Massachusetts in Nordamerika ein Landwirth, Seth Wright mit Namen. In seiner wohlgebildeten Schafheerde wurde auf einmal ein Lamm geboren, welches einen auffallend langen Leib und ganz kurze und krumme Beine hatte. Es konnte daher keine großen Sprünge machen und namentlich nicht über den Zaun in des Nachbars Garten springen; eine

Eigenschaft, welche dem Besitzer wegen der Abgrenzung des dortigen Gebiets durch Hecken sehr vortheilhaft erschien. Er kam also auf den Gedanken, diese Eigenschaft auf die Nachkommen zu übertragen, und in der That erzeugte er durch Kreuzung dieses Schafbocks mit wohlgebildeten Mutterschafen eine ganze Rasse von Schafen, die alle die Eigenschaften des Vaters hatten, kurze und gekrümmte Beine und einen langen Leib. Sie konnten alle nicht über die Hecken springen, und wurden deshalb damals in Massachusetts sehr beliebt und weit verbreitet.

Ein zweites Gesetz, welches ebenfalls unter die Reihe der progressiven oder fortschreitenden Vererbung gehört, können wir das Gesetz der befestigten oder constituirten Vererbung nennen, dasselbe äußert sich darin, daß Eigenschaften, die von einem Organismus während seines individuellen Lebens erworben wurden, um so sicherer auf seine Nachkommen erblich übertragen werden, je längere Zeit hindurch die Ursachen jener Abänderung einwirken, und daß diese Abänderung um so sicherer Eigenthum auch aller folgenden Generationen wird, je längere Zeit hindurch auch auf diese die abändernde Ursache einwirkt. Die durch Anpassung oder Abänderung neu erworbene Eigenschaft muß in der Regel erst bis zu einem gewissen Grade befestigt oder constituirt sein, ehe mit Wahrscheinlichkeit darauf zu rechnen ist, daß sich dieselbe auch auf die Nachkommenschaft erblich überträgt. Es verhält sich in dieser Beziehung die Vererbung ähnlich wie die Anpassung. Je längere Zeit hindurch eine neuerworbene Eigenschaft bereits durch Vererbung übertragen ist, desto sicherer wird sie auch in den kommenden Generationen sich erhalten. Wenn also z. B. ein Gärtner durch methodische Behandlung eine neue Aepfelsorte gezüchtet hat, so kann er um so sicherer darauf rechnen, die erwünschte Eigenthümlichkeit dieser Sorte zu erhalten, je länger er dieselbe bereits vererbt hat. Dasselbe zeigt sich deutlich in der Vererbung von Krankheiten. Je länger bereits in einer Familie Schwindsucht oder Wahnsinn erblich ist, desto tiefer gewurzelt ist das Uebel, desto wahrscheinlicher werden auch alle folgenden Generationen davon ergriffen werden.

Endlich können wir die Betrachtung der Erblichkeitserscheinungen

schließen mit den beiden ungemein wichtigen Gesetzen der gleichörtlichen und der gleichzeitlichen Vererbung. Wir verstehen darunter die Thatsache, daß Veränderungen, welche von einem Organismus während seines Lebens erworben und erblich auf seine Nachkommen übertragen wurden, bei diesen an derselben Stelle des Körpers hervortreten, an welcher der elterliche Organismus zuerst von ihnen betroffen wurde, und daß sie bei den Nachkommen auch im gleichen Lebensalter erscheinen, wie bei dem ersteren.

Das Gesetz der gleichzeitlichen oder homochronen Vererbung, welches Darwin das Gesetz der „Vererbung in correspondirendem Lebensalter" nennt, läßt sich wiederum sehr deutlich an der Vererbung von Krankheiten nachweisen, zumal von solchen, die wegen ihrer Erblichkeit sehr verderblich werden. Diese treten im kindlichen Organismus in der Regel zu einer Zeit auf, welche derjenigen entspricht, in welcher der elterliche Organismus die Krankheit erwarb. Erbliche Erkrankungen der Lunge, der Leber, der Zähne, des Gehirns, der Haut u. s. w. erscheinen bei den Nachkommen gewöhnlich in der gleichen Zeit oder nur wenig früher, als sie beim elterlichen Organismus eintraten, oder von diesem überhaupt erworben wurden. Das Kalb bekommt seine Hörner in demselben Lebensalter wie seine Eltern. Ebenso erhält das junge Hirschkalb sein Geweih in derselben Lebenszeit, in welcher es bei seinem Vater und Großvater hervorgesproßt war. Bei jeder der verschiedenen Weinsorten reifen die Trauben zur selben Zeit, wie bei ihren Voreltern. Bekanntlich ist diese Reifezeit bei den verschiedenen Sorten sehr verschieden; da aber alle von einer einzigen Art abstammen, ist diese Verschiedenheit von den Stammeltern der einzelnen Sorten erst erworben worden und hat sich dann erblich fortgepflanzt.

Das Gesetz der gleichörtlichen oder homotopen Vererbung endlich, welches mit dem letzterwähnten Gesetze im engsten Zusammenhange steht, und welches man auch „das Gesetz der Vererbung an correspondirender Körperstelle" nennen könnte, läßt sich wiederum in pathologischen Erblichkeitsfällen sehr deutlich erkennen. Große Mut-

termaale z. B. oder Pigmentanhäufungen an einzelnen Hautstellen, ebenso Geschwülste der Haut, erscheinen oft Generationen hindurch nicht allein in demselben Lebensalter, sondern auch an derselben Stelle der Haut. Ebenso ist übermäßige Fettentwickelung an einzelnen Körperstellen erblich. Eigentlich aber sind für dieses Gesetz, wie für das vorige, zahllose Beispiele überall in der Embryologie zu finden. Sowohl das Gesetz der gleichzeitlichen als das Gesetz der gleichörtlichen Vererbung sind Grundgesetze der Embryologie oder Ontogenie. Denn wir erklären uns durch diese Gesetze die merkwürdige Thatsache, daß die verschiedenen auf einander folgenden Formzustände während der individuellen Entwickelung in allen Generationen einer und derselben Art stets in derselben Reihenfolge auftreten, und daß die Umbildungen des Körpers immer an denselben Stellen erfolgen. Diese scheinbar einfache und selbstverständliche Erscheinung ist doch überaus wunderbar und merkwürdig; wir können die näheren Ursachen derselben nicht erklären, aber mit Sicherheit behaupten, daß sie auf der unmittelbaren Uebertragung der organischen Materie vom elterlichen auf den kindlichen Organismus beruhen, wie wir es im Vorigen für den Vererbungsprozeß im Allgemeinen aus den Thatsachen der Fortpflanzung nachgewiesen haben.

Nachdem wir so die wichtigsten Vererbungsgesetze hervorgehoben haben, wenden wir uns zur zweiten Reihe der Erscheinungen, welche bei der natürlichen Züchtung in Betracht kommen, nämlich zu denen der Anpassung oder Abänderung. Diese Erscheinungen stehen, im Großen und Ganzen betrachtet, in einem gewissen Gegensatze zu den Vererbungserscheinungen, und die Schwierigkeit, welche die Betrachtung beider darbietet, besteht zunächst darin, daß beide sich auf das Vollständigste durchkreuzen und verweben. Daher sind wir nur selten im Stande, bei den Formveränderungen, die unter unsern Augen geschehen, mit Sicherheit zu sagen, wieviel davon auf die Vererbung, wieviel auf die Abänderung zu beziehen ist. Alle Formcharaktere, durch welche sich die Organismen unterscheiden, sind entweder durch die Vererbung oder durch die Anpassung verursacht; da aber beide

Functionen beständig in Wechselwirkung zu einander stehen, ist es für den Systematiker außerordentlich schwer, den Antheil jeder der beiden Functionen an der speciellen Bildung der einzelnen Form zu erkennen. Dies ist gegenwärtig um so schwieriger, als man sich noch kaum der ungeheuren Bedeutung dieser Thatsache bewußt geworden ist, und als die meisten Naturforscher die Theorie der Anpassung ebenso wie die der Vererbung vernachlässigt haben. Die soeben aufgestellten Vererbungsgesetze, wie die sogleich anzuführenden Gesetze der Anpassung, bilden gewiß nur einen kleinen Bruchtheil der vorhandenen, meist noch nicht untersuchten Erscheinungen dieses Gebietes; und da jedes dieser Gesetze mit jedem anderen in Wechselbeziehung treten kann, so geht daraus die unendliche Verwickelung von physiologischen Thätigkeiten hervor, die bei der Formbildung der Organismen in der That wirksam sind.

Was nun die Erscheinung der Abänderung oder Anpassung im Allgemeinen betrifft, so müssen wir dieselbe, ebenso wie die Thatsache der Vererbung, als eine ganz allgemeine physiologische Grundeigenschaft aller Organismen ohne Ausnahme hinstellen, als eine Lebensäußerung, welche von dem Begriffe des Organismus gar nicht zu trennen ist. Streng genommen müssen wir auch hier, wie bei der Vererbung, unterscheiden zwischen der Anpassung selbst und der Anpassungsfähigkeit. Unter Anpassung (Adaptatio) oder Abänderung (Variatio) verstehen wir die Thatsache, daß der Organismus in Folge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt gewisse neue Eigenthümlichkeiten in seiner Lebensthätigkeit, Mischung und Form annimmt, welche er nicht von seinen Eltern geerbt hat; diese erworbenen individuellen Eigenschaften stehen den ererbten gegenüber, welche seine Eltern und Voreltern auf ihn übertragen haben. Dagegen nennen wir Anpassungsfähigkeit (Adaptabilitas) oder Veränderlichkeit (Variabilitas) die allen Organismen innewohnende Fähigkeit, derartige neue Eigenschaften unter dem Einflusse der Außenwelt zu erwerben. (Gen. Morph. II, 191).

Die unleugbare Thatsache der organischen Anpassung oder Ab-

änderung ist allbekannt, und an tausend uns umgebenden Erscheinungen jeden Augenblick wahrzunehmen. Allein gerade deshalb, weil die Erscheinungen der Abänderung durch äußere Einflüsse selbstverständlich erscheinen, hat man dieselben bisher noch fast gar nicht einer genaueren physiologischen wissenschaftlichen Untersuchung unterzogen. Es gehören dahin alle Erscheinungen, welche wir als die Folgen der Angewöhnung und Abgewöhnung, der Uebung und Nichtübung betrachten, oder als die Folgen der Dressur, der Erziehung, der Acclimatisation, der Gymnastik u. s. w. Auch die Veränderungen durch krankmachende Ursachen, die Krankheiten selbst sind zum größten Theil weiter nichts als Anpassungen des Organismus an bestimmte Lebensbedingungen. Bei den Culturpflanzen und Hausthieren tritt die Erscheinung der Abänderung so auffallend und mächtig hervor, daß eben darauf der Thierzüchter und Gärtner seine ganze Thätigkeit gründet, oder vielmehr auf die Wechselbeziehung, in welche er diese Erscheinungen mit denen der Vererbung setzt. Ebenso ist es bei den Pflanzen und Thieren im wilden Zustande allbekannt, daß sie abändern oder variiren. Jede systematische Bearbeitung einer Thier- oder Pflanzengruppe müßte, wenn sie ganz vollständig und erschöpfend sein wollte, bei jeder einzelnen Art eine Menge von Abänderungen anführen, welche mehr oder weniger von der herrschenden oder typischen Hauptform der Species abweichen. In der That finden Sie in jedem genauer gearbeiteten systematischen Specialwerk fast bei jeder Art eine Anzahl von solchen Variationen oder Umbildungen angeführt, welche bald als individuelle Abweichungen, bald als sogenannte Spielarten, Rassen, Varietäten, Abarten oder Unterarten bezeichnet werden, und welche oft außerordentlich weit sich von der Stammart entfernen, lediglich durch die Anpassung des Organismus an die äußern Lebensbedingungen.

Wenn wir nun zunächst die allgemeinen Ursachen dieser Anpassungserscheinungen zu ergründen suchen, so kommen wir zu dem Resultat, daß dieselben in Wirklichkeit so einfach sind, als die Ursachen der Erblichkeitserscheinungen. Wie wir für die Vererbungsthatsachen

die Fortpflanzung als allgemeine Grundursache nachwiesen, die Uebertragung der elterlichen Materie auf den kindlichen Körper, so können wir für die Thatsachen der Anpassung oder Abänderung als die allgemeine Grundursache die physiologische Thätigkeit der Ernährung oder des Stoffwechsels hinstellen. Wenn ich Ihnen hier die „Ernährung" als Grundursache der Abänderung und Anpassung anführe, so nehme ich dieses Wort im weitesten Sinne, und verstehe darunter fast die gesammten materiellen Wechselbeziehungen, welche der Organismus in allen seinen Theilen zu der ihn umgebenden Außenwelt besitzt. Es gehört also zur Ernährung nicht allein die Aufnahme der wirklich nährenden Stoffe und der Einfluß der verschiedenartigen Nahrung, sondern auch z. B. die Einwirkung des Wassers und der Athmosphäre, der Einfluß des Sonnenlichts, der Temperatur und aller derjenigen meteorologischen Erscheinungen, welche man unter dem Begriff „Klima" zusammenfaßt. Auch der mittelbare und unmittelbare Einfluß der Bodenbeschaffenheit und des Wohnorts gehört hierher, ferner der äußerst wichtige und vielseitige Einfluß, welchen die umgebenden Organismen, die Freunde und Nachbarn, die Feinde und Räuber, die Schmarotzer oder Parasiten u. s. w. auf jedes Thier und auf jede Pflanze ausüben. Alle diese und noch viele andere höchst wichtige Einwirkungen, welche alle den Organismus mehr oder weniger zu verändern im Stande sind, müssen hier bei der Ernährung in Betracht gezogen werden. In diesem weitesten Sinne ist also die Ernährung durch sämmtliche Wechselbeziehungen des Organismus zu der ihn umgebenden Außenwelt bedingt. Diese Beziehungen sind natürlich stets ganz materielle, und die Veränderungen, welche aus diesen Wechselbeziehungen durch die Anpassung folgen, beruhen wieder auf rein mechanischen, d. h. physikalischen und chemischen Ursachen.

Wie sehr jeder Organismus von seiner gesammten äußern Umgebung abhängt und durch deren Wechsel verändert wird, ist Ihnen Allen im Allgemeinen bekannt. Denken Sie bloß daran, wie die menschliche Thatkraft von der Temperatur der Luft abhängig ist, oder

die Gemüthsstimmung von der Farbe des Himmels. Je nachdem der Himmel wolkenlos und sonnig ist, oder mit trüben, schweren Wolken bedeckt, ist unsere Stimmung heiter oder trübe. Wie anders empfinden und denken wir im Walde während einer stürmischen Winternacht und während eines heiteren Sommertages! Alle diese verschiedenen Stimmungen unserer Seele beruhen auf rein materiellen Veränderungen unseres Gehirns, welche mittelst der Sinne durch die verschiedene Einwirkung des Lichts, der Wärme, der Feuchtigkeit u. s. w. hervorgebracht werden. „Wir sind ein Spiel von jedem Druck der Luft!"

Nicht minder wichtig und tiefgreifend sind die Einwirkungen, welche unser Geist und unser Körper durch die verschiedene Qualität und Quantität der Nahrungsmittel im engeren Sinne erfährt. Unsere Geistesarbeit, die Thätigkeit unseres Verstandes und unserer Phantasie ist gänzlich verschieden, je nachdem wir vor und während derselben Thee und Kaffee, oder Wein und Bier genossen haben. Unsere Stimmungen, Wünsche und Gefühle sind ganz anders, wenn wir hungern und wenn wir gesättigt sind. Der Nationalcharakter der Engländer und der Gauchos in Südamerika, welche vorzugsweise von Fleisch, von stickstoffreicher Nahrung leben, ist gänzlich verschieden von demjenigen der kartoffelessenden Irländer und der reisessenden Chinesen, welche vorwiegend stickstofflose Nahrung genießen. Auch lagern die letzteren viel mehr Fett ab, als die ersteren. Hier wie überall gehen die Veränderungen des Geistes mit entsprechenden Umbildungen des Körpers Hand in Hand; beide sind durch rein materielle Ursachen bedingt. Ganz ebenso wie der Mensch, werden aber auch alle anderen Organismen durch die verschiedenen Einflüsse der Ernährung abgeändert und umgebildet. Ihnen Allen ist bekannt, daß wir ganz willkürlich die Form, Größe, Farbe u. s. w. bei unseren Culturpflanzen und Hausthieren durch Veränderung der Nahrung abändern können, daß wir z. B. einer Pflanze ganz bestimmte Eigenschaften nehmen oder geben können, je nachdem wir sie einem größeren oder geringeren Grade von Sonnenlicht und Feuchtigkeit aussetzen. Da diese Erschei-

nungen ganz allgemein verbreitet und bekannt sind, und wir sogleich zur Betrachtung der verschiedenen Anpassungsgesetze übergehen werden, wollen wir uns hier nicht länger bei den allgemeinen Thatsachen der Abänderung aufhalten.

Gleichwie die verschiedenen Vererbungsgesetze sich naturgemäß in die beiden Reihen der conservativen und der progressiven Vererbung sondern lassen, so kann man unter den Anpassungsgesetzen ebenfalls zwei verschiedene Reihen unterscheiden, nämlich erstens die Reihe der indirecten oder mittelbaren, und zweitens die Reihe der directen oder unmittelbaren Anpassungsgesetze. Letztere kann man auch als actuelle, erstere als potentielle Anpassungsgesetze bezeichnen.

Die erste Reihe, welche die Erscheinungen der unmittelbaren oder indirecten (potentiellen) Anpassung umfaßt, ist im Ganzen bis jetzt sehr wenig berücksichtigt worden, und es bleibt das Verdienst Darwin's, auf diese Reihe von Veränderungen ganz besonders hingewiesen zu haben. Es ist etwas schwierig, diesen Gegenstand gehörig klar darzustellen; ich werde versuchen, Ihnen denselben nachher durch Beispiele deutlich zu machen. Ganz allgemein ausgedrückt besteht die indirecte oder potentielle Anpassung in der Thatsache, daß gewisse Veränderungen des Organismus, welche durch den Einfluß der Nahrung (im weitesten Sinne) und überhaupt der äußeren Existenzbedingungen bewirkt werden, nicht in der individuellen Formbeschaffenheit des betroffenen Organismus selbst, sondern in derjenigen seiner Nachkommen sich äußern und in die Erscheinung treten. So wird namentlich bei den Organismen, welche sich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzen, das Reproductionssystem oder der Geschlechtsapparat oft durch äußere Wirkungen, welche im Uebrigen den Organismus wenig berühren, dergestalt beeinflußt, daß die Nachkommenschaft desselben eine ganz veränderte Bildung zeigt. Sehr auffällig kann man das an den künstlich erzeugten Monstrositäten sehen. Man kann Monstrositäten oder Mißgeburten dadurch erzeugen, daß man den elterlichen Organismus einer bestimmten, außerordentlichen Lebensbedingung unterwirft. Diese ungewohnte Lebensbedingung er-

zeugt aber nicht eine Veränderung des Organismus selbst, sondern eine Veränderung seiner Nachkommen. Man kann das nicht als Vererbung bezeichnen, weil ja nicht eine im elterlichen Organismus vorhandene Eigenschaft als solche erblich auf die Nachkommen übertragen wird. Vielmehr tritt eine Abänderung, welche den elterlichen Organismus betraf, aber nicht wahrnehmbar afficirte, erst in der eigenthümlichen Bildung seiner Nachkommen wirksam und offen zu Tage. Bloß der Anstoß zu dieser neuen, eigenthümlichen Bildung wird durch das Ei der Mutter oder durch den Samenfaden des Vaters bei der Fortpflanzung übertragen. Die Neubildung ist im elterlichen Organismus bloß der *Möglichkeit* nach (potentia) vorhanden; im kindlichen wird sie zur Wirklichkeit (actu).

Während man diese sehr wichtige und sehr allgemeine Erscheinung bisher ganz vernachlässigt hatte, war man geneigt, alle wahrnehmbaren Abänderungen und Umbildungen der organischen Formen als Anpassungserscheinungen der zweiten Reihe zu betrachten, derjenigen der unmittelbaren oder *directen* (actuellen) Anpassung. Das Wesen dieser Anpassungsgesetze liegt darin, daß die den Organismus betreffende Veränderung (in der Ernährung u. s. w.) bereits in dessen eigener Umbildung und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommen sich äußert. Hierher gehören alle die bekannten Erscheinungen, bei denen wir den umgestaltenden Einfluß des Klimas, der Nahrung, der Erziehung, Dressur u. s. w. unmittelbar an den betroffenen Individuen selbst in seiner Wirkung verfolgen können.

Wie die beiden Erscheinungsreihen der conservativen und der progressiven Vererbung trotz ihres principiellen Unterschiedes vielfach in einander greifen und sich gegenseitig modificiren, vielfach zusammenwirken und sich durchkreuzen, so gilt das in noch höherem Maße von den beiden entgegengesetzten und doch innig zusammenhängenden Erscheinungsreihen der indirecten und der directen Anpassung. Einige Naturforscher, namentlich *Darwin* und *Carl Vogt*, schreiben den indirecten oder potentiellen Anpassungen eine viel bedeutendere oder selbst eine fast ausschließliche Wirksamkeit zu. Die Mehrzahl der Naturforscher aber war bisher geneigt, umgekehrt das Hauptgewicht auf

die Wirkung der directen oder actuellen Anpassungen zu legen. Ich halte diesen Streit vorläufig für ziemlich unnütz. Nur selten sind wir in der Lage, im einzelnen Abänderungsfalle beurtheilen zu können, wieviel davon auf Rechnung der directen, wieviel auf Rechnung der indirecten Anpassung kömmt. Wir kennen im Ganzen diese außerordentlich wichtigen und verwickelten Verhältnisse noch viel zu wenig, und können daher nur im Allgemeinen die Behauptung aufstellen, daß die Umbildung und Neubildung der organischen Formen entweder bloß der directen, oder bloß der indirecten, oder endlich drittens dem Zusammenwirken der directen und der indirecten Anpassung zuzuschreiben ist.

Zehnter Vortrag.

Anpassungsgesetze.

Gesetze der indirecten oder potentiellen Anpassung. Individuelle Anpassung. Monströse oder sprungweise Anpassung. Geschlechtliche oder sexuelle Anpassung. Gesetze der directen oder actuellen Anpassung. Allgemeine oder universelle Anpassung. Gehäufte oder cumulative Anpassung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechselbezügliche oder correlative Anpassung. Wechselbeziehungen der Entwickelung. Correlation der Organe. Erklärung der indirecten oder potentiellen Anpassung durch die Correlation der Geschlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpassung. Unbeschränkte oder unendliche Anpassung.

Meine Herren! Die Erscheinungen der Anpassung oder Abänderung, welche in Verbindung und in Wechselwirkung mit den Vererbungserscheinungen die ganze unendliche Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen hervorbringen, hatten wir im letzten Vortrage in zwei verschiedene Gruppen gebracht, erstens die Reihe der indirecten oder potentiellen und zweitens die Reihe der directen oder actuellen Anpassungen. Wir wenden uns nun heute zu einer näheren Betrachtung der verschiedenen allgemeinen Gesetze, welche wir unter diesen beiden Reihen von Abänderungserscheinungen zu erkennen im Stande sind. Lassen Sie uns zunächst die merkwürdigen Erscheinungen der indirecten oder mittelbaren Abänderung in's Auge fassen.

Die indirecte oder potentielle Anpassung äußerte sich, wie Sie sich erinnern werden, in der auffallenden und äußerst wichtigen Thatsache, daß die organischen Individuen Umbildungen erleiden und neue Formen annehmen in Folge von Ernährungsveränderungen, welche nicht sie selbst, sondern ihren elterlichen Organismus betrafen. Der umgestaltende Einfluß der äußeren Existenzbedingungen, des Klimas, der Nahrung rc. äußert hier seine Wirkung nicht direct, in der Umbildung des Organismus selbst, sondern indirect, in derjenigen seiner Nachkommen (Gen. Morph. II., 202).

Als das oberste und allgemeinste von den Gesetzen der indirecten Abänderung können wir das Gesetz der individuellen Anpassung hinstellen, nämlich den wichtigen Satz, daß alle organischen Individuen von Anbeginn ihrer individuellen Existenz an ungleich, wenn auch oft höchst ähnlich sind. Zum Beweis dieses Satzes können wir zunächst auf die Thatsache hinweisen, daß beim Menschen allgemein alle Geschwister, alle Kinder eines Elternpaares von Geburt an ungleich sind. Es wird Niemand behaupten, daß zwei Geschwister von der Geburt an vollkommen gleich sind, daß die Größe aller einzelnen Körpertheile, die Zahl der Kopfhaare, der Oberhautzellen, der Blutzellen in beiden Geschwistern ganz gleich sei, daß beide dieselben Anlagen und Talente mit auf die Welt gebracht haben. Ganz besonders beweisend für dieses Gesetz der individuellen Verschiedenheit ist aber die Thatsache, daß bei denjenigen Thieren, welche mehrere Junge werfen, z. B. bei den Hunden und Katzen, alle Jungen eines jeden Wurfes von einander verschieden sind, bald durch geringere, bald durch auffallendere Differenzen in der Größe, Färbung, Länge der einzelnen Körpertheile, Stärke u. s. w. Nun gilt aber dieses Gesetz ganz allgemein. Alle organischen Individuen sind von Anfang an durch gewisse, wenn auch oft höchst feine Unterschiede ausgezeichnet und die Ursache dieser individuellen Unterschiede, wenn auch im Einzelnen uns gewöhnlich ganz unbekannt, liegt theilweise oder ausschließlich in gewissen Einwirkungen, welche die Fortpflanzungsorgane des elterlichen Organismus erfahren haben.

Weniger wichtig und allgemein, als dieses Gesetz der individuellen Abänderung, ist ein zweites Gesetz der indirecten Anpassung, welches wir das Gesetz der monströsen oder sprungweisen Anpassung nennen wollen. Hier sind die Abweichungen des kindlichen Organismus von der elterlichen Form so auffallend, daß wir sie in der Regel als Mißgeburten oder Monstrositäten bezeichnen können. Diese werden in vielen Fällen, wie es durch Experimente nachgewiesen ist, dadurch erzeugt, daß man den elterlichen Organismus einer bestimmten Behandlung unterwirft, in eigenthümliche Ernährungsverhältnisse versetzt, z. B. Luft und Licht ihm entzieht oder andere auf seine Ernährung mächtig einwirkende Einflüsse in bestimmter Weise abändert. Die neue Existenzbedingung bewirkt eine starke und auffallende Abänderung der Gestalt, aber nicht an dem unmittelbar davon betroffenen Organismus, sondern erst an dessen Nachkommenschaft. Die Art und Weise dieser Einwirkung im Einzelnen zu erkennen, ist uns auch hier nicht möglich, und wir können nur ganz im Allgemeinen den ursächlichen Zusammenhang zwischen der monströsen Bildung des Kindes und einer gewissen Veränderung in den Existenzbedingungen seiner Eltern, sowie deren Einfluß auf die Fortpflanzungsorgane der letzteren, feststellen. In diese Reihe der monströsen oder sprungweisen Abänderungen gehören wahrscheinlich die früher erwähnten Erscheinungen des Albinismus, sowie die einzelnen Fälle von Menschen mit sechs Fingern und Zehen, von ungehörnten Rindern, sowie von Schafen und Ziegen mit vier oder sechs Hörnern. Wahrscheinlich verdankt in allen diesen Fällen die monströse Abänderung ihre erste Entstehung einer Ursache, welche zunächst nur das Reproductionssystem des elterlichen Organismus afficirte.

Als eine dritte eigenthümliche Aeußerung der indirecten Anpassung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Anpassung bezeichnen. So nennen wir die merkwürdige Thatsache, daß bestimmte Einflüsse, welche auf die männlichen Fortpflanzungsorgane einwirken, nur in der Formbildung der männlichen Nachkommen, und ebenso andere Einflüsse, welche die weiblichen Geschlechts-

organe betreffen, nur in der Gestaltenveränderung der weiblichen Nachkommen ihre Wirkung äußern. Diese Erscheinung ist noch sehr dunkel und wenig beachtet, wahrscheinlich aber von großer Bedeutung für die Entstehung der früher betrachteten „secundären Sexualcharaktere".

Alle die angeführten Erscheinungen der geschlechtlichen, der sprungweisen und der individuellen Anpassung, welche wir als „Gesetze der indirecten oder mittelbaren (potentiellen) Anpassung", zusammenfassen können, sind uns in ihrem eigentlichen Wesen, in ihrem tieferen ursächlichen Zusammenhang noch äußerst wenig bekannt. Nur so viel läßt sich schon jetzt mit Sicherheit behaupten, daß sehr zahlreiche und wichtige Umbildungen der organischen Formen diesem Vorgange ihre Entstehung verdanken. Viele und auffallende Formveränderungen sind lediglich bedingt durch Ursachen, welche zunächst nur auf die Ernährung des elterlichen Organismus und zwar auf dessen Fortpflanzungsorgane einwirkten. Offenbar sind hierbei die wichtigen Wechselbeziehungen, in denen die Geschlechtsorgane zu den übrigen Körpertheilen stehen, von der größten Bedeutung. Von diesen werden wir sogleich bei dem Gesetze der wechselbezüglichen Anpassung noch mehr zu sagen haben. Wie mächtig überhaupt Veränderungen in den Lebensbedingungen, in der Ernährung auf die Fortpflanzung der Organismen einwirken, beweist allein schon die merkwürdige Thatsache, daß zahlreiche wilde Thiere, die wir in unseren zoologischen Gärten halten, und ebenso viele in unsere botanischen Gärten verpflanzte exotische Gewächse nicht mehr im Stande sind, sich fortzupflanzen, so z. B. die meisten Raubvögel, Papageyen und Affen. Auch der Elephant und die bärenartigen Raubthiere werfen in der Gefangenschaft fast niemals Junge. Ebenso werden viele Pflanzen im Culturzustand unfruchtbar. Es erfolgt zwar die Verbindung der beiden Geschlechter, aber keine Befruchtung oder keine Entwickelung der befruchteten Keime. Hieraus ergiebt sich unzweifelhaft, daß die durch den Culturzustand veränderte Ernährungsweise die Fortpflanzungsfähigkeit gänzlich aufzuheben, also den größten Einfluß auf die Geschlechtsorgane auszuüben im Stande ist. Ebenso können andere Anpassungen oder Ernährungsverände-

rungen des elterlichen Organismus zwar nicht den gänzlichen Ausfall der Nachkommenschaft, wohl aber bedeutende Umbildungen in deren Form veranlassen.

Viel bekannter als die Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassung sind diejenigen der directen oder actuellen Anpassung, zu deren näherer Betrachtung wir uns jetzt wenden. Es gehören hierher alle diejenigen Abänderungen der Organismen, welche man als die Folgen der Uebung, Gewohnheit, Dressur, Erziehung u. s. w. betrachtet, ebenso diejenigen Umbildungen der organischen Formen, welche unmittelbar durch den Einfluß der Nahrung, des Klimas und anderer äußerer Existenzbedingungen bewirkt werden. Wie schon vorher bemerkt, tritt hier bei der directen oder unmittelbaren Anpassung der umbildende Einfluß der äußeren Ursache unmittelbar in der Form des betroffenen Organismus selbst, und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommenschaft zu Tage (Gen. Morph. II., 207).

Unter den verschiedenen Gesetzen der directen oder actuellen Anpassung können wir als das oberste und umfassendste das Gesetz der allgemeinen oder universellen Anpassung an die Spitze stellen. Dasselbe läßt sich kurz in dem Satze aussprechen: „Alle organische Individuen werden im Laufe ihres Lebens durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen einander ungleich, obwohl die Individuen einer und derselben Art sich meistens sehr ähnlich bleiben.“ Eine gewisse Ungleichheit der organischen Individuen wurde, wie Sie sahen, schon durch das Gesetz der individuellen (indirecten) Anpassung bedingt. Allein diese ursprüngliche Ungleichheit der Einzelwesen wird späterhin dadurch noch gesteigert, daß jedes Individuum sich während seines selbstständigen Lebens seinen eigenthümlichen Existenzbedingungen unterwirft und anpaßt. Alle verschiedenen Einzelwesen einer jeden Art, so ähnlich sie in ihren ersten Lebensstadien auch sein mögen, werden im weiteren Verlaufe der Existenz einander mehr oder minder ungleich. In geringeren oder bedeutenderen Eigenthümlichkeiten entfernen sie sich von einander, und das ist eine natürliche Folge der verschiedenen Bedingungen, unter denen alle Individuen leben. Es gibt

nicht zwei einzelne Wesen irgend einer Art, die unter ganz gleichen äußeren Umständen ihr Leben vollbringen. Die Lebensbedingungen der Nahrung, der Feuchtigkeit, der Luft, des Lichts, ferner die Lebensbedingungen der Gesellschaft, die Wechselbeziehungen zu den umgebenden Individuen derselben Art und anderer Arten, sind bei allen Einzelwesen verschieden; und diese Verschiedenheit wirkt zunächst auf die Functionen, weiterhin auf die Formen jedes einzelnen Organismus umbildend ein. Wenn Geschwister einer menschlichen Familie schon von Anfang an gewisse individuelle Ungleichheiten zeigen, die wir als Folge der individuellen (indirecten) Anpassung betrachten können, so erscheinen uns dieselben noch weit mehr verschieden in späterer Lebenszeit, wo die einzelnen Geschwister verschiedene Erfahrungen durchgemacht, und sich verschiedenen Lebensverhältnissen angepaßt haben. Die ursprünglich angelegte Verschiedenheit des individuellen Entwickelungsganges wird offenbar um so größer, je länger das Leben dauert, je mehr verschiedenartige äußere Bedingungen auf die einzelnen Individuen Einfluß erlangen. Das können Sie am einfachsten an den Menschen selbst, sowie an den Hausthieren und Culturpflanzen nachweisen, bei denen Sie willkührlich die Lebensbedingungen modificiren können. Zwei Brüder, von denen der eine zum Arbeiter, der andere zum Priester erzogen wird, entwickeln sich in körperlicher und geistiger Beziehung ganz verschieden; ebenso zwei Hunde eines und desselben Wurfes, von denen der eine zum Jagdhund, der andere zum Kettenhund erzogen wird. Dasselbe gilt aber auch von den organischen Individuen im Naturzustande. Wenn Sie z. B. in einem Kiefern- oder in einem Buchenwalde, der bloß aus Bäumen einer einzigen Art besteht, sorgfältig alle Bäume mit einander vergleichen, so finden Sie allemal, daß von allen hundert oder tausend Bäumen nicht zwei Individuen in der Größe des Stammes und der einzelnen Theile, in der Zahl der Zweige, Blätter, Früchte u. s. w. völlig übereinstimmen. Ueberall finden Sie individuelle Ungleichheiten, welche zum Theil wenigstens bloß die Folge der verschiedenen Lebensbedingungen sind, unter denen sich alle Bäume entwickelten. Freilich läßt sich niemals mit Bestimmt-

heit sagen, wieviel von dieser Ungleichheit aller Einzelwesen jeder Art ursprünglich (durch die indirecte individuelle Anpassung bedingt), wieviel davon erworben (durch die directe universelle Anpassung bewirkt) ist.

Nicht minder wichtig und allgemein als die universelle Anpassung ist eine zweite Erscheinungsreihe der directen Anpassung, welche wir das Gesetz der gehäuften oder cumulativen Anpassung nennen können. Unter diesem Namen fasse ich eine große Anzahl von sehr wichtigen Erscheinungen zusammen, die man gewöhnlich in zwei ganz verschiedene Gruppen bringt. Man unterscheidet in der Regel erstens solche Veränderungen der Organismen, welche unmittelbar durch den anhaltenden Einfluß äußerer Bedingungen (durch die dauernde Einwirkung der Nahrung, des Klimas, der Umgebung u. s. w.) erzeugt werden, und zweitens solche Veränderungen, welche durch Gewohnheit und Uebung, durch Angewöhnung an bestimmte Lebensbedingungen, durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe entstehen. Diese letzteren Einflüsse sind insbesondere von Lamarck als wichtige Ursachen der Umbildung der organischen Formen hervorgehoben, während man die ersteren schon sehr lange in weiteren Kreisen als solche anerkannt hat.

Die scharfe Unterscheidung, welche man zwischen diesen beiden Gruppen der gehäuften oder cumulativen Anpassung gewöhnlich macht, und welche auch Darwin noch sehr hervorhebt, verschwindet, sobald man eingehender und tiefer über das eigentliche Wesen und den ursächlichen Grund der beiden scheinbar sehr verschiedenen Anpassungsreihen nachdenkt. Man gelangt dann zu der Ueberzeugung, daß man es in beiden Fällen immer mit zwei verschiedenen wirkenden Ursachen zu thun hat, nämlich einerseits mit der äußeren Einwirkung oder Action der anpassend wirkenden Lebensbedingung, und andrerseits mit der inneren Gegenwirkung oder Reaction des Organismus, welcher sich jener Lebensbedingung unterwirft und anpaßt. Wenn man die gehäufte Anpassung in ersterer Hinsicht für sich betrachtet, indem man die umbildenden Wirkungen der andauernden

äußeren Existenzbedingungen auf diese letzteren allein bezieht, so legt man einseitig das Hauptgewicht auf die äußere Einwirkung, und man vernachlässigt die nothwendig eintretende innere Gegenwirkung des Organismus. Wenn man umgekehrt die gehäufte Anpassung einseitig in der zweiten Richtung verfolgt, indem man die umbildende Selbstthätigkeit des Organismus, seine Gegenwirkung gegen den äußeren Einfluß, seine Veränderung durch Uebung, Gewohnheit, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe hervorhebt, so vergißt man, daß diese Gegenwirkung oder Reaction erst durch die Einwirkung der äußeren Existenzbedingung hervorgerufen wird. Es ist also nur ein Unterschied der Betrachtungsweise, auf welchem die Unterscheidung jener beiden verschiedenen Gruppen beruht, und ich glaube, daß man sie mit vollem Rechte zusammenfassen kann. Das Wesentlichste bei diesen gehäuften Anpassungserscheinungen ist immer, daß die Veränderung des Organismus, welche zunächst in seiner Function und weiterhin in seiner Formbildung sich äußert, entweder durch lange andauernde oder durch wiederholte Einwirkungen einer äußeren Ursache veranlaßt wird. Die neue äußere Existenzbedingung, welche umbildend wirkt, muß entweder lange Zeit hindurch oder oft wiederholt auf den Organismus einwirken. Die kleinste Ursache kann durch Häufung oder Cumulation ihrer Wirkung die größten Erfolge erzielen.

Die Beispiele für diese Art der directen Anpassung sind unendlich zahlreich. Wo Sie nur hineingreifen in das Leben der Thiere und Pflanzen, finden Sie überall einleuchtende und überzeugende Veränderungen dieser Art vor Augen. Wir wollen hier zunächst einige durch die Nahrung selbst unmittelbar bedingte Anpassungserscheinungen hervorheben. Jeder von Ihnen weiß, daß man die Hausthiere, die man für gewisse Zwecke züchtet, verschieden umbilden kann durch die verschiedene Quantität und Qualität der Nahrung, welche man ihnen darreicht. Wenn der Landwirth bei der Schafzucht feine Wolle erzeugen will, so giebt er den Schafen anderes Futter, als wenn er gutes Fleisch oder reichliches Fett erzielen will. Die auserlesenen Rennpferde und Luxuspferde erhalten besseres Futter als die schweren Last-

pferde und Karrengaule. Die Körperform des Menschen selbst, der Grad der Fettablagerung z. B., ist ganz verschieden nach der Nahrung. Bei stickstoffreicher Kost wird wenig, bei stickstoffarmer Kost viel Fett abgelagert. Leute, die nach der neuerdings beliebten Banting-Cur mager werden wollen, essen nur Fleisch und Eier, kein Brod, keine Kartoffeln. Welche bedeutenden Veränderungen man an Culturpflanzen hervorbringen kann, lediglich durch veränderte Quantität und Qualität der Nahrung, ist allbekannt. Dieselbe Pflanze erhält ein ganz anderes Aussehen, wenn man sie an einem trockenen, warmen Ort dem Sonnenlicht ausgesetzt hält, oder wenn man sie an einer kühlen, feuchten Stelle im Schatten hält. Viele Pflanzen bekommen, wenn man sie an den Meeresstrand versetzt, nach einiger Zeit dicke, fleischige Blätter, und dieselben Pflanzen, an ausnehmend trockene und heiße Standorte versetzt, bekommen behaarte Blätter. Alle diese Formveränderungen entstehen unmittelbar durch den gehäuften Einfluß der veränderten Nahrung.

Aber nicht nur die Quantität und Qualität der Nahrungsmittel wirkt mächtig verändernd und umbildend auf den Organismus ein, sondern auch alle anderen äußeren Existenzbedingungen, vor Allen die nächste organische Umgebung, die Gesellschaft von freundlichen oder feindlichen Organismen. Ein und dasselbe Pferd oder Rind entwickelt sich ganz anders, wenn es das Jahr hindurch im Stalle steht, als wenn es den Sommer über frei in Wald und Wiese umherstreift. Ein und derselbe Baum entwickelt sich ganz verschieden an einem offenen Standort, wo er von allen Seiten frei steht, als im Walde, wo er sich den Umgebungen anpassen muß, wo er von den nächsten Nachbarn gedrängt und zum Emporschießen gezwungen wird. Im ersten Fall wird die Krone weit ausgebreitet, im letzten dehnt sich der Stamm in die Höhe und die Krone bleibt klein und gedrungen. Wie mächtig alle diese Umstände, wie mächtig der feindliche oder freundliche Einfluß der umgebenden Organismen, der Parasiten u. s. w. auf jedes Thier und jede Pflanze einwirken, ist so bekannt, daß eine Anführung weiterer Beispiele überflüssig erscheint. Die Veränderung

der Form, die Umbildung, welche dadurch bewirkt wird, ist niemals bloß die unmittelbare Folge des äußeren Einflusses, sondern muß immer zurückgeführt werden auf die entsprechende Gegenwirkung, auf die Selbstthätigkeit des Organismus, die man als Angewöhnung, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bezeichnet. Daß man diese letzteren Erscheinungen in der Regel getrennt von der ersteren betrachtete, liegt erstens an der schon hervorgehobenen einseitigen Betrachtungsweise, und dann zweitens daran, daß man sich eine ganz falsche Vorstellung von dem Einfluß der Willensthätigkeit bei den Thieren gebildet hatte.

Die Thätigkeit des Willens, welche der Angewöhnung, der Uebung, dem Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bei den Thieren zu Grunde liegt, ist gleich jeder anderen Thätigkeit der thierischen Seele durch materielle Vorgänge im Centralnervensystem bedingt, durch eigenthümliche Bewegungen, welche von der eiweißartigen Materie der Ganglienzellen und der mit ihnen verbundenen Nervenfasern ausgehen. Der Wille der höheren Thiere ist in dieser Beziehung, ebenso wie die übrigen Geistesthätigkeiten, von denjenigen des Menschen nur quantitativ (nicht qnalitativ) verschieden. Der Wille des Thieres, wie des Menschen ist niemals frei. Das weitverbreitete Dogma von der Freiheit des Willens ist naturwissenschaftlich durchaus nicht haltbar. Jeder Physiologe, der die Erscheinungen der Willensthätigkeit bei Menschen und Thieren naturwissenschaftlich untersucht, kommt mit Nothwendigkeit zu der Ueberzeugung, daß der Wille eigentlich niemals frei, sondern stets durch äußere oder innere Einflüsse bedingt ist. Diese Einflüsse sind größtentheils Vorstellungen, die entweder durch Anpassung oder durch Vererbung erworben, und auf eine von diesen beiden physiologischen Functionen zurückführbar sind. Sobald man seine eigene Willensthätigkeit streng untersucht, ohne das herkömmliche Vorurtheil von der Freiheit des Willens, so wird man gewahr, daß jede scheinbar freie Willenshandlung bewirkt wird durch vorhergehende Vorstellungen, die entweder in ererbten oder in anderweitig erworbenen Vorstellungen wurzeln, und in letzter

Linie also wiederum durch Anpassungs- oder Vererbungsgesetze bedingt sind. Dasselbe gilt von der Willensthätigkeit aller Thiere. Sobald man diese eingehend im Zusammenhang mit ihrer Lebensweise betrachtet, und in ihrer Beziehung zu den Veränderungen, welche die Lebensweise durch die äußeren Bedingungen erfährt, so überzeugt man sich alsbald, daß eine andere Auffassung nicht möglich ist. Daher müssen auch die Veränderungen der Willensbewegung, welche aus veränderter Ernährung folgen, und welche als Uebung, Gewohnheit u. s. w. umbildend wirken, unter jene materiellen Vorgänge der gehäuften Anpassung gerechnet werden.

Indem sich der thierische Wille den veränderten Existenzbedingungen durch andauernde Gewöhnung, Uebung u. s. w. anpaßt, vermag er die bedeutendsten Umbildungen der organischen Formen zu bewirken. Mannigfaltige Beispiele hierfür sind überall im Thierleben zu finden. So verkümmern z. B. bei den Hausthieren manche Organe, indem sie in Folge der veränderten Lebensweise außer Thätigkeit treten. Die Enten und Hühner, welche im wilden Zustande ausgezeichnet fliegen, verlernen diese Bewegung mehr oder weniger im Culturzustande. Sie gewöhnen sich daran, mehr ihre Beine, als ihre Flügel zu gebrauchen, und in Folge davon werden die dabei gebrauchten Theile der Muskulatur und des Skelets in ihrer Ausbildung und Form wesentlich verändert. Für die verschiedenen Rassen der Hausente, welche alle von der wilden Ente (Anas boschas) abstammen, hat dies Darwin durch eine sehr sorgfältige vergleichende Messung und Wägung der betreffenden Skelettheile nachgewiesen. Die Knochen des Flügels sind bei der Hausente schwächer, die Knochen des Beines dagegen umgekehrt stärker entwickelt, als bei der wilden Ente. Bei den Straußen und anderen Laufvögeln, welche sich das Fliegen gänzlich abgewöhnt haben, ist in Folge dessen der Flügel ganz verkümmert, zu einem völlig „rudimentären Organ" herabgesunken (S. 10). Bei vielen Hausthieren, insbesondere bei vielen Rassen von Hunden und Kaninchen bemerken Sie ferner, daß dieselben durch den Culturzustand herabhängende Ohren bekommen haben. Dies ist ein-

fach eine Folge des verminderten Gebrauchs der Ohrmuskeln. Im wilden Zustande müssen diese Thiere ihre Ohren gehörig anstrengen, um einen nahenden Feind zu bemerken, und es hat sich dadurch ein starker Muskelapparat entwickelt, welcher die äußeren Ohren in aufrechter Stellung erhält, und nach allen Richtungen dreht. Im Culturzustande haben dieselben Thiere nicht mehr nöthig so aufmerksam zu lauschen; sie spitzen und drehen die Ohren nur wenig; die Ohrmuskeln kommen außer Gebrauch, verkümmern allmählich, und die Ohren sinken nun schlaff herab, oder sie werden selbst ganz rudimentär (Vergl. oben S. 10).

Wie in diesen Fällen die Function und dadurch auch die Form des Organs durch Nichtgebrauch rückgebildet wird, so wird dieselbe andrerseits durch stärkeren Gebrauch mehr entwickelt. Dies tritt uns besonders deutlich entgegen, wenn wir das Gehirn und die dadurch bewirkten Seelenthätigkeiten bei den wilden Thieren und den Hausthieren, welche von ihnen abstammen, vergleichen. Insbesondere der Hund und das Pferd, welche in so erstaunlichem Maße durch die Cultur veredelt sind, zeigen im Vergleiche mit ihren wilden Stammverwandten einen außerordentlichen Grad von Ausbildung der Geistesthätigkeit, und offenbar ist die damit zusammenhängende Umbildung des Gehirns größtentheils durch die andauernde Uebung bedingt. Allbekannt ist es ferner, wie schnell und mächtig die Muskeln durch anhaltende Uebung wachsen und ihre Form verändern. Vergleichen Sie z. B. Arme und Beine eines geübten Turners mit denjenigen eines unbeweglichen Stubensitzers.

Wie mächtig äußere Einflüsse die Gewohnheiten der Thiere, ihre Lebensweise beeinflussen und dadurch weiterhin auch ihre Form umbilden, zeigen sehr auffallend manche Beispiele von Amphibien und Reptilien. Unsere häufigste einheimische Schlange, die Ringelnatter, legt Eier, welche zu ihrer Entwickelung noch drei Wochen brauchen. Wenn man sie aber in Gefangenschaft hält und in den Käfig keinen Sand streut, so legt sie die Eier nicht ab, sondern behält sie bei sich, so lange bis die Jungen entwickelt sind. Der Unterschied zwischen lebendig

gebärenden Thieren und solchen, die Eier legen, wird hier einfach durch die Veränderung des Bodens, auf welchem das Thier lebt, verwischt.

Außerordentlich interessant sind in dieser Beziehung auch die Wassermolche oder Tritonen, welche man gezwungen hat, ihre ursprünglichen Kiemen beizubehalten. Die Tritonen, Amphibien, welche den Fröschen nahe verwandt sind, besitzen gleich diesen in ihrer Jugend äußere Athmungsorgane, Kiemen, mit welchen sie, im Wasser lebend, Wasser athmen. Später tritt bei den Tritonen eine Metamorphose ein, wie bei den Fröschen. Sie gehen auf das Land, verlieren die Kiemen und gewöhnen sich an das Lungenathmen. Wenn man sie nun daran verhindert, indem man sie in einem geschlossenen Wasserbecken hält, so verlieren sie die Kiemen nicht. Diese bleiben vielmehr bestehen, und der Wassermolch verharrt zeitlebens auf jener niederen Ausbildungsstufe, welche bei seinen tiefer stehenden Verwandten, den Kiemenmolchen oder Sozobranchien normal ist. Der Wassermolch erreicht seine volle Größe, wird geschlechtsreif und pflanzt sich fort, ohne die Kiemen zu verlieren.

Großes Aufsehen erregte unter den Zoologen vor Kurzem der Axolotel (Siredon pisciformis), ein dem Triton nahe verwandter Kiemenmolch aus Mexico, welchen man schon seit langer Zeit kennt, und in den letzten Jahren im Pariser Pflanzengarten im Großen gezüchtet hat. Dieses Thier hat auch äußere Kiemen, wie der Wassermolch, behält aber dieselben gleich allen anderen Sozobranchien zeitlebens bei. Für gewöhnlich bleibt dieser Kiemenmolch mit seinen Wasserathmungsorganen im Wasser und pflanzt sich hier auch fort. Nun krochen aber plötzlich im Pflanzengarten unter Hunderten dieser Thiere eine geringe Anzahl aus dem Wasser auf das Land, verloren ihre Kiemen, und verwandelten sich in eine kiemenlose Molchform, welche von einer nordamerikanischen Tritonengattung (Ambystoma) nicht mehr zu unterscheiden ist, und nur noch durch Lungen athmet. In diesem letzten, höchst merkwürdigen Falle können wir unmittelbar den großen Sprung von einem wasserathmenden zu einem luftathmenden Thiere verfolgen, ein Sprung, der allerdings bei der indivi-

duellen Entwickelungsgeschichte der Frösche und Salamander in jedem Frühling beobachtet werden kann. Ebenso aber, wie jeder einzelne Frosch und jeder einzelne Salamander aus dem ursprünglich kiemenathmenden Amphibium späterhin in ein lungenathmendes sich verwandelt, so ist auch die ganze Gruppe der Frösche und Salamander ursprünglich aus kiemenathmenden, dem Siredon verwandten Thieren entstanden. Die Sozobranchien sind noch bis auf den heutigen Tag auf jener niederen Stufe stehen geblieben. Die Ontogenie erläutert auch hier die Phylogenie, die Entwickelungsgeschichte der Individuen diejenige der ganzen Gruppe (S. 9).

An die gehäufte oder cumulative Anpassung schließt sich als eine dritte Erscheinung der directen oder actuellen Anpassung das Gesetz der wechselbezüglichen oder correlativen Anpassung an. Nach diesem wichtigen Gesetze werden durch die actuelle Anpassung nicht nur diejenigen Theile des Organismus abgeändert, welche unmittelbar durch die äußere Einwirkung betroffen werden, sondern auch andere, nicht unmittelbar davon berührte Theile. Dies ist eine Folge des organischen Zusammenhangs, und namentlich der einheitlichen Ernährungsverhältnisse, welche zwischen allen Theilen jedes Organismus bestehen. Wenn z. B. bei einer Pflanze durch Versetzung an einen trocknen Standort die Behaarung der Blätter zunimmt, so wirkt diese Veränderung auf die Ernährung anderer Theile zurück, und kann eine Verkürzung der Stengelglieder und somit eine gedrungenere Form der ganzen Pflanze zur Folge haben. Bei einigen Rassen von Schweinen und Hunden, z. B. bei dem türkischen Hunde, welche durch Anpassung an ein wärmeres Klima ihre Behaarung mehr oder weniger verloren, wurde zugleich das Gebiß rückgebildet. So zeigen auch die Walfische und die Edentaten (Schuppenthiere, Gürtelthiere 2c.), welche sich durch ihre eigenthümliche Hautbedeckung am meisten von den übrigen Säugethieren entfernt haben, die größten Abweichungen in der Bildung des Gebisses. Ferner bekommen solche Rassen von Hausthieren (z. B. Rindern, Schweinen), bei denen sich die Beine verkürzen, in der Regel auch einen kurzen und gedrun-

genen Kopf. So zeichnen sich u. a. die Taubenrassen, welche die längsten Beine haben, zugleich auch durch die längsten Schnäbel aus. Dieselbe Wechselbeziehung zwischen der Länge der Beine und des Schnabels zeigt sich ganz allgemein in der Ordnung der Stelzvögel (Grallatores), beim Storch, Kranich, der Schnepfe u. s. w. Die Wechselbeziehungen, welche in dieser Weise zwischen verschiedenen Theilen des Organismus bestehen, sind äußerst merkwürdig, und im Einzelnen ihrer Ursache nach uns unbekannt. Im Allgemeinen können wir natürlich sagen: die Ernährungsveränderungen, die einen einzelnen Theil betreffen, müssen nothwendig auf die übrigen Theile zurückwirken, weil die Ernährung eines jeden Organismus eine zusammenhängende, centralisirte Thätigkeit ist. Allein warum nun gerade dieser oder jener Theil in dieser merkwürdigen Wechselbeziehung zu einem andern steht, ist uns in den meisten Fällen ganz unbekannt. Es sind eine große Anzahl solcher Wechselbeziehungen in der Bildung bekannt, namentlich bei den neulich schon erwähnten Abänderungen der Thiere und Pflanzen, die sich durch Pigmentmangel auszeichnen, den Albinos oder Kakerlaken. Der Mangel des gewöhnlich vorhandenen Farbestoffs bedingt hier gewöhnlich auch gewisse Veränderungen in der Bildung anderer Theile, z. B. des Muskelsystems, des Knochensystems, also organischer Systeme, die zunächst gar nicht mit dem System der äußeren Haut zusammenhängen. Sehr häufig sind diese schwächer entwickelt und daher der ganze Körperbau zarter und schwächer, als bei den gefärbten Thieren derselben Art. Ebenso werden auch die Sinnesorgane und das Nervensystem durch diesen Pigmentmangel eigenthümlich afficirt. Katzen mit blauen Augen sind jederzeit taub. Die Schimmel zeichnen sich vor den gefärbten Pferden durch die besondere Neigung zur Bildung sarkomatöser Geschwülste aus. Auch beim Menschen ist der Grad der Pigmententwickelung in der äußeren Haut vom größten Einflusse auf die Empfänglichkeit des Organismus für gewisse Krankheiten, so daß z. B. Europäer mit dunkler Hautfarbe, schwarzen Haaren und braunen Augen, sich leichter in den Tropengegenden akklimatisiren, und viel weniger den dort herrschenden Krankheiten (Le-

berentzündungen, gelbem Fieber u. s. w.) unterworfen sind, als Europäer mit heller Hautfarbe, blondem Haar und blauen Augen. Diese letztern sind viel mehr, als die Individuen von dunkler Complexion, den klimatischen Einflüssen der Tropengegenden ausgesetzt.

Vorzugsweise merkwürdig sind unter diesen Wechselbeziehungen der Bildung verschiedener Organe diejenigen, welche zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Theilen des Körpers bestehen. Keine Veränderung eines Theiles wirkt so mächtig zurück auf die übrigen Körpertheile, als eine bestimmte Behandlung der Geschlechtsorgane. Die Landwirthe, welche bei Schweinen, Schafen u. s. w. reichliche Fettbildung erzielen wollen, entfernen die Geschlechtsorgane durch Herausschneiden (Castration), und zwar geschieht dies bei Thieren beiderlei Geschlechts. In Folge davon tritt eine übermäßige Fettentwickelung ein. Dasselbe thut auch seine Heiligkeit, der Papst, bei den Castraten, welche in der Peterskirche zu Ehren Gottes singen müssen. Diese Unglücklichen werden in früher Jugend castrirt, damit sie ihre hohen Knabenstimmen beibehalten. In Folge dieser Verstümmelung der Genitalien bleibt der Kehlkopf auf der jugendlichen Entwickelungsstufe stehen. Zugleich bleibt die Muskulatur des ganzen Körpers schwach entwickelt, während sich unter der Haut reichliche Fettmengen ansammeln. Aber auch auf die Ausbildung des Centralnervensystems, der Willensenergie u. s. w. wirkt jene Verstümmelung mächtig zurück, und es ist bekannt, daß die menschlichen Castraten oder Eunuchen ebenso wie die castrirten männlichen Hausthiere, des bestimmten psychischen Charakters, welcher das männliche Geschlecht auszeichnet, gänzlich entbehren. Der Mann ist eben Leib und Seele nach nur Mann durch seine männliche Generationsdrüse.

Diese äußerst wichtigen und einflußreichen Wechselbeziehungen zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen, vor allen dem Gehirn, finden sich in gleicher Weise bei beiden Geschlechtern. Es läßt sich dies schon von vornherein deshalb erwarten, weil bei den meisten Thieren die beiderlei Organe aus gleicher Grundlage sich entwickeln und anfänglich nicht verschieden sind. Beim Menschen,

wie bei allen übrigen Wirbelthieren, sind in der ursprünglichen Anlage des Keims die männlichen und weiblichen Organe völlig gleich, und erst allmählich entstehen im Laufe der embryonalen Entwickelung (beim Menschen in der neunten Woche seines Embryolebens) die Unterschiede der beiden Geschlechter, indem eine und dieselbe Sexualdrüse beim Weibe zum Eierstock, beim Manne zum Testikel wird. Jede Veränderung des weiblichen Eierstocks äußert daher eine nicht minder bedeutende Rückwirkung auf den gesammten weiblichen Organismus, wie jede Veränderung des Testikels auf den männlichen Organismus. Die Wichtigkeit dieser Wechselbeziehung hat Virchow in seinem vortrefflichen Aufsatz „das Weib und die Zelle" mit folgenden Worten ausgesprochen: „Das Weib ist eben Weib nur durch seine Generationsdrüse; alle Eigenthümlichkeiten seines Körpers und Geistes oder seiner Ernährung und Nerventhätigkeit: die süße Zartheit und Rundung der Glieder bei der eigenthümlichen Ausbildung des Beckens, die Entwickelung der Brüste bei dem Stehenbleiben der Stimmorgane, jener schöne Schmuck des Kopfhaares bei dem kaum merklichen, weichen Flaum der übrigen Haut, und dann wiederum diese Tiefe des Gefühls, diese Wahrheit der unmittelbaren Anschauung, diese Sanftmuth, Hingebung und Treue — kurz, Alles was wir an dem wahren Weibe Weibliches bewundern und verehren, ist nur eine Dependenz des Eierstocks. Man nehme den Eierstock hinweg, und das Mannweib in seiner häßlichsten Halbheit steht vor uns."

Dieselbe innige Correlation oder Wechselbeziehung zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen findet sich auch bei den Pflanzen eben so allgemein wie bei den Thieren vor. Wenn man bei einer Gartenpflanze reichlichere Früchte zu erzielen wünscht, beschränkt man den Blätterwuchs durch Abschneiden eines Theils der Blätter. Wünscht man umgekehrt eine Zierpflanze mit einer Fülle von großen und schönen Blättern zu erhalten, so verhindert man die Blüthen- und Fruchtbildung durch Abschneiden der Blüthenknospen. In beiden Fällen entwickelt sich das eine Organsystem auf Kosten des anderen. So ziehen auch die meisten Abänderungen der vegetativen

Blattbildung bei den wilden Pflanzen eine entsprechende Umbildung in den generativen Blüthentheilen nach sich. Die hohe Bedeutung dieser „Compensation der Entwickelung", dieser „Correlation der Theile" ist bereits von Goethe, von Geoffroy S. Hilaire und von anderen Naturphilosophen hervorgehoben worden. Sie beruht wesentlich darauf, daß die directe oder actuelle Anpassung keinen einzigen Körpertheil wesentlich verändern kann, ohne zugleich auf den ganzen Organismus einzuwirken.

Die correlative Anpassung der Fortpflanzungsorgane und der übrigen Körpertheile verdient deshalb eine ganz besondere Berücksichtigung, weil sie vor allen geeignet ist, ein erklärendes Licht auf die vorher betrachteten dunkeln und räthselhaften Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassung zu werfen. Denn ebenso wie jede Veränderung der Geschlechtsorgane mächtig auf den übrigen Körper zurückwirkt, so muß natürlich umgekehrt auch jede eingreifende Veränderung eines anderen Körpertheils mehr oder weniger auf die Generationsorgane zurückwirken. Diese Rückwirkung wird sich aber erst in der Bildung der Nachkommenschaft, welche aus den veränderten Generationstheilen entsteht, wahrnehmbar äußern. Gerade jene merkwürdigen, aber unmerklichen und an sich ungeheuer geringfügigen Veränderungen des Genitalsystems, der Eier und des Sperma, welche durch solche Wechselbeziehungen hervorgebracht werden, sind vom größten Einflusse auf die Bildung der Nachkommenschaft, und alle vorher erwähnten Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassungen können schließlich auf diese wechselbezügliche Anpassung zurückgeführt werden.

Eine weitere Reihe von ausgezeichneten Beispielen der correlativen Anpassung liefern die verschiedenen Thiere und Pflanzen, welche durch das Schmarotzerleben oder den Parasitismns rückgebildet sind. Keine andere Veränderung der Lebensweise wirkt so bedeutend auf die Formbildung der Organismen ein, wie die Angewöhnung an das Schmarotzerleben. Pflanzen verlieren dadurch ihre grünen Blätter, wie z. B. unsere einheimischen Schmarotzerpflanzen: Orobanche, La-

thraea, Monotropa. Thiere, welche ursprünglich selbstständig und frei gelebt haben, dann aber eine parasitische Lebensweise auf andern Thieren oder auf Pflanzen annehmen, geben zunächst die Thätigkeit ihrer Bewegungsorgane und ihrer Sinnesorgane auf. Der Verlust der Thätigkeit zieht aber den Verlust der Organe, durch welche sie bewirkt wurde, nach sich, und so finden wir z. B. viele Krebsthiere oder Crustaceen, die in der Jugend einen ziemlich hohen Organisationsgrad, Beine, Fühlhörner und Augen besaßen, im Alter als Parasiten vollkommen degenerirt wieder, ohne Augen, ohne Bewegungswerkzeuge und ohne Fühlhörner. Aus der munteren, beweglichen Jugendform ist ein unförmlicher, unbeweglicher Klumpen geworden. Nur die nöthigsten Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane sind noch in Thätigkeit. Der ganze übrige Körper ist rückgebildet. Offenbar sind diese tiefgreifenden Umbildungen großentheils directe Folgen der gehäuften oder cumulativen Anpassung, des Nichtgebrauchs und der mangelnden Uebung der Organe; aber zum großen Theile kommen dieselben sicher auch auf Rechnung der wechselbezüglichen oder correlativen Anpassung.

Ein siebentes Anpassungsgesetz, das vierte in der Gruppe der directen Anpassungen, ist das Gesetz der abweichenden oder divergenten Anpassung. Wir verstehen darunter die Erscheinung, daß ursprünglich gleichartig angelegte Theile sich durch den Einfluß äußerer Bedingungen in verschiedener Weise ausbilden. Dieses Anpassungsgesetz ist ungemein wichtig für die Erklärung der Arbeitstheilung oder des Polymorphismus. An uns selbst können wir es sehr leicht erkennen, z. B. in der Thätigkeit unserer beiden Hände. Die rechte Hand wird gewöhnlich von uns an ganz andere Arbeiten gewöhnt, als die linke; es entsteht in Folge der abweichenden Beschäftigung auch eine verschiedene Bildung der beiden Hände. Die rechte Hand, welche man gewöhnlich viel mehr braucht, als die linke, zeigt stärker entwickelte Nerven, Muskeln und Knochen. Ebenso findet man häufig die beiden Augen nach diesem Gesetze verschieden entwickelt. Wenn man sich z. B. als Naturforscher gewöhnt, immer nur mit

dem einen Auge (am besten mit dem linken) zu mikroskopiren, und mit dem anderen nicht, so erlangt das eine eine ganz andere Beschaffenheit, als das andere, und diese Arbeitstheilung ist von großem Vortheil. Das eine Auge wird dann kurzsichtiger, geeigneter für das Sehen in die Nähe, das andere Auge weitsichtiger, schärfer für den Blick in die Ferne. Wenn man dagegen abwechselnd mit beiden Augen mikroskopirt, so erlangt man nicht auf dem einen Auge den Grad der Kurzsichtigkeit, auf dem andern den Grad der Weitsichtigkeit, welchen man durch eine weise Vertheilung dieser verschiedenen Gesichtsfunctionen auf beide Augen erreicht.

Zunächst wird auch hier wieder durch die Gewohnheit die Function, die Thätigkeit der ursprünglich gleich gebildeten Organe ungleich, divergent; allein die Function wirkt wiederum auf die Form des Organs zurück, und daher finden wir bei einer längeren Dauer jenes Einflusses eine Veränderung in den feineren Formbestandtheilen und in den Wachsthumsverhältnissen der abweichenden Theile, die zuletzt auch in gröberen Umrissen erkennbar wird. Bei Handarbeitern z. B. welche zu gewissen Zwecken fast beständig bloß den rechten Arm gebrauchen, wird dieser allmählich weit stärker als der linke, was sich auch durch Maß und Gewicht nachweisen läßt. Der Unterschied in der Function hat also hier umbildend auf die Form zurückgewirkt.

Unter den Pflanzen können wir die abweichende oder divergente Anpassung besonders bei den Schlinggewächsen sehr leicht wahrnehmen. Aeste einer und derselben Schlingpflanze, welche ursprünglich gleichartig angelegt sind, erhalten eine ganz verschiedene Form und Ausdehnung, einen ganz verschiedenen Krümmungsgrad und Durchmesser der Spiralwindung, je nachdem sie um einen dünneren oder dickeren Stab sich herumwinden. Ebenso ist auch die abweichende Veränderung der Formen ursprünglich gleich angelegter Theile, welche divergent nach verschiedenen Richtungen unter abweichenden äußeren Bedingungen sich entwickeln, in vielen anderen Erscheinungen der Formbildung bei Thieren und Pflanzen deutlich nachweisbar. Indem diese abweichende oder divergente Anpassung mit der fortschreitenden

Vererbung in Wechselwirkung tritt, wird sie die Ursache der Arbeitstheilung der verschiedenen Organe.

Ein achtes und letztes Anpassungsgesetz können wir als **das Gesetz der unbeschränkten oder unendlichen Anpassung** bezeichnen. Wir wollen damit einfach ausdrücken, daß uns keine Grenze für die Veränderung der organischen Formen durch den Einfluß der äußeren Existenzbedingungen bekannt ist. Wir können von keinem einzigen Theil des Organismus behaupten, daß er nicht mehr veränderlich sei, daß, wenn man ihn unter neue äußere Bedingungen brächte, er durch diese nicht verändert werden würde. Noch niemals hat sich in der Erfahrung eine Grenze für die Abänderung nachweisen lassen. Wenn z. B. ein Organ durch Nichtgebrauch degenerirt, so geht diese Degeneration schließlich bis zum vollständigen Schwunde des Organs fort, wie es bei den Augen vieler Thiere der Fall ist. Andrerseits können wir durch fortwährende Uebung, Gewohnheit, und immer gesteigerten Gebrauch eines Organs dasselbe in einem Maße vervollkommnen, wie wir es von vornherein für unmöglich gehalten haben würden. Wenn man die uncivilisirten Wilden mit den Culturvölkern vergleicht, so findet man bei jenen eine Ausbildung der Sinnesorgane, Gesicht, Geruch, Gehör, von der die Culturvölker keine Ahnung haben. Umgekehrt ist bei den höheren Culturvölkern das Gehirn, die Geistesthätigkeit in einem Grade entwickelt, von welchem die rohen Wilden keine Vorstellung besitzen. In beiden Fällen läßt sich der weiter gehenden Ausbildung durch gehäufte Anpassung keine Grenze setzen.

Allerdings scheint für jeden Organismus eine Grenze der Anpassungsfähigkeit durch den Typus seines Stammes oder Phylum gegeben zu sein, d. h. durch die wesentlichen Grundeigenschaften dieses Stammes, welche von dem gemeinsamen Stammvater desselben ererbt sind und sich durch conservative Vererbung auf alle Descendenten desselben übertragen. So kann z. B. niemals ein Wirbelthier statt des charakteristischen Rückenmarks der Wirbelthiere das Bauchmark der Gliederthiere sich erwerben. Allein innerhalb dieser erblichen

Grundform, innerhalb dieses unveräußerlichen Typus, ist der Grad der Anpassungsfähigkeit unbeschränkt. Die Biegsamkeit und Flüssigkeit der organischen Form äußert sich innerhalb desselben frei nach allen Richtungen hin, und in ganz unbeschränktem Umfang. Es giebt aber einzelne Thiere, wie z. B. die durch Parasitismus rückgebildeten Krebsthiere und Würmer, welche selbst jene Grenze des Typus zu überspringen scheinen, und durch erstaunlich weit gehende Degeneration fast alle wesentlichen Charaktere ihres Stammes eingebüßt haben. Was die Anpassungsfähigkeit des Menschen betrifft, so ist dieselbe, wie bei allen anderen Thieren, ebenfalls unbegrenzt, und da sich dieselbe beim Menschen vor allen in der Umbildung des Gehirns äußert, so läßt sich durchaus keine Grenze der Erkenntniß setzen, welche der Mensch bei weiter fortschreitender Geistesbildung nicht würde überschreiten können. Auch der menschliche Geist genießt nach dem Gesetze der unbeschränkten Anpassung eine unendliche Perspective für seine Vervollkommnung in der Zukunft.

Diese Bemerkungen genügen wohl, um die Tragweite der Anpassungserscheinungen hervorzuheben, und ihnen das Gewicht zuzuschreiben, welches ich von vornherein für dieselben in Anspruch genommen habe. Die Anpassungsgesetze, die Thatsachen der Veränderung durch den Einfluß äußerer Bedingungen, sind von ebenso großer Bedeutung, wie die Vererbungsgesetze. Alle Anpassungserscheinungen lassen sich in letzter Linie zurückführen auf die Ernährungsverhältnisse des Organismus, in gleicher Weise wie die Vererbungserscheinungen in den Fortpflanzungsverhältnissen begründet sind; diese aber sowohl als jene sind weiter zurückzuführen auf chemische und physikalische Gründe, also auf mechanische Ursachen. Lediglich durch die Wechselwirkung derselben entstehen nach Darwin's Selectionstheorie die neuen Formen der Organismen, die Umbildungen, welche die künstliche Züchtung im Culturzustande, die natürliche Züchtung im Naturzustande hervorbringt.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein. Arbeitstheilung und Fortschritt.

Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpassung. Natürliche und künstliche Züchtung. Kampf um's Dasein oder Wettkampf um die Lebensbedürfnisse. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechselbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweise der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Ursache der sympathischen Färbungen. Geschlechtliche Zuchtwahl als Ursache der secundären Sexualcharaktere. Gesetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Bastardzeugung. Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung (Progressus, Teleosis).

Meine Herren! Um zu einem richtigen Verständniß des Darwinismus zu gelangen, ist es vor Allem nothwendig, die beiden organischen Functionen genau in das Auge zu fassen, die wir in den letzten Vorträgen betrachtet haben, die Vererbung und Anpassung. Wenn man nicht einerseits die rein mechanische Natur dieser beiden physiologischen Thätigkeiten und die mannichfaltige Wirkung ihrer verschiedenen Gesetze in's Auge faßt, und wenn man nicht andrerseits erwägt, wie verwickelt die Wechselwirkung dieser verschiedenen Vererbungs- und Anpassungsgesetze nothwendig sein muß, so wird man nicht begreifen, daß diese beiden Functionen für sich allein

die ganze Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen sollen erzeugen können; und doch ist das in der That der Fall. Wir sind wenigstens bis jetzt nicht im Stande gewesen, andere formbildende Ursachen aufzufinden, als diese beiden; und wenn wir die nothwendige und unendlich verwickelte Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung richtig verstehen, so haben wir auch gar nicht mehr nöthig, noch nach anderen unbekannten Ursachen der Umbildung der organischen Gestalten zu suchen. Jene beiden Grundursachen erscheinen uns dann völlig genügend.

Schon früher, lange bevor Darwin seine Selectionstheorie aufstellte, nahmen einige Naturforscher, insbesondere Goethe, als Ursache der organischen Formenmannichfaltigkeit die Wechselwirkung zweier verschiedener Bildungstriebe an, eines conservativen oder erhaltenden, und eines umbildenden oder fortschreitenden Bildungstriebes. Ersteren nannte Goethe den centripetalen oder Specificationstrieb, letzteren den centrifugalen oder den Trieb der Metamorphose (S. 74). Diese beiden Triebe entsprechen vollständig den beiden Functionen der Vererbung und der Anpassung. Die Vererbung ist der centripetale oder innere Bildungstrieb, welcher bestrebt ist die organische Form in ihrer Art zu erhalten, die Nachkommen den Eltern gleich zu gestalten, und Generationen hindurch immer Gleichartiges zu erzeugen. Die Anpassung dagegen, welche der Vererbung entgegenwirkt, ist der centrifugale oder äußere Bildungstrieb, welcher beständig bestrebt ist, durch die veränderlichen Einflüsse der Außenwelt die organische Form umzubilden, neue Formen aus den vorhergehenden zu schaffen und die Constanz der Species, die Beständigkeit der Art gänzlich aufzuheben. Je nachdem die Vererbung oder die Anpassung das Uebergewicht im Kampfe erhält, bleibt die Speciesform beständig oder sie bildet sich in eine neue Art um. Der in jedem Augenblick stattfindende Grad der Formbeständigkeit bei den verschiedenen Thier- und Pflanzenarten ist einfach das nothwendige Resultat des augenblicklichen Uebergewichts, welches jeder

dieser beiden Bildungstriebe (oder physiologischen Functionen) über den anderen erlangt hat.

Wenn wir nun zurückkehren zu der Betrachtung des Züchtungsvorgangs, der Auslese oder Selection, die wir bereits im siebenten Vortrag (S. 118) in ihren Grundzügen untersuchten, so werden wir jetzt um so klarer und bestimmter erkennen, daß sowohl die künstliche als die natürliche Züchtung einzig und allein auf der Wechselwirkung dieser beiden Functionen oder Bildungstriebe beruhen. Wenn Sie die Thätigkeit des künstlichen Züchters, des Landwirths oder Gärtners, scharf in's Auge fassen, so erkennen Sie, daß nur jene beiden Bildungstriebe von ihm zur Hervorbringung neuer Formen benutzt werden. Die ganze Kunst der künstlichen Zuchtwahl beruht eben nur auf einer denkenden und vernünftigen Anwendung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze, auf einer kunstvollen und planmäßigen Benutzung und Regulirung derselben. Dabei ist der vervollkommnete menschliche Wille die auslesende, züchtende Kraft.

Ganz ähnlich verhält sich die natürliche Züchtung. Auch diese benutzt bloß jene beiden organischen Bildungstriebe, jene physiologischen Grundeigenschaften der Anpassung und Vererbung, um die verschiedenen Arten oder Species hervorzubringen. Dasjenige züchtende Princip aber, diejenige auslesende Kraft, welche bei der künstlichen Züchtung durch den planmäßig wirkenden und bewußten Willen des Menschen vertreten wird, ist bei der natürlichen Züchtung der planlos wirkende und unbewußte Kampf um's Dasein. Was wir unter „Kampf um's Dasein" verstehen, haben wir im siebenten Vortrage bereits auseinandergesetzt. Es ist gerade die Erkenntniß dieses äußerst wichtigen Verhältnisses eines der größten Verdienste Darwin's. Da aber dieses Verhältniß sehr häufig unvollkommen oder falsch verstanden wird, ist es nothwendig, dasselbe jetzt noch näher in's Auge zu fassen, und an einigen Beispielen die Wirksamkeit des Kampfes um's Dasein, die Thätigkeit der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Dasein zu erläutern. (Gen. Morph. II., 231).

Wir gingen bei der Betrachtung des Kampfes um's Dasein von der Thatsache aus, daß die Zahl der Keime, welche alle Thiere und Pflanzen erzeugen, unendlich viel größer ist, als die Zahl der Individuen, welche wirklich in das Leben treten und sich längere oder kürzere Zeit am Leben erhalten können. Die meisten Organismen erzeugen während ihres Lebens Tausende oder Millionen von Keimen, aus deren jedem sich unter günstigen Umständen ein neues Individuum entwickeln könnte. Bei den meisten Thieren sind diese Keime Eier, bei den meisten Pflanzen den Eiern entsprechende Zellen (Embryobläschen), welche zu ihrer weiteren Entwickelung der geschlechtlichen Befruchtung bedürfen. Dagegen bei den Protisten, niedersten Organismen, welche weder Thiere noch Pflanzen sind, und welche sich bloß ungeschlechtlich fortpflanzen, bedürfen die Keimzellen oder Sporen keiner Befruchtung. In allen Fällen steht nun die Zahl sowohl dieser ungeschlechtlichen als jener geschlechtlichen Keime in gar keinem Verhältniß zu der Zahl der wirklich lebenden Individuen.

Im Großen und Ganzen genommen bleibt die Zahl der lebenden Thiere und Pflanzen auf unserer Erde durchschnittlich immer dieselbe. Die Zahl der Stellen im Naturhaushalt ist beschränkt, und an den meisten Punkten der Erdoberfläche sind diese Stellen immer annähernd besetzt. Gewiß finden überall in jedem Jahre Schwankungen in der absoluten und in der relativen Individuenzahl aller Arten statt. Allein im Großen und Ganzen genommen werden diese Schwankungen nur geringe Bedeutung haben gegenüber der Thatsache, daß die Gesammtzahl aller Individuen durchschnittlich beinahe constant bleibt. Der Wechsel, der überall stattfindet, besteht darin, daß in einem Jahre diese und im andern Jahre jene Reihe von Thieren und Pflanzen überwiegt, und daß in jedem Jahre der Kampf um's Dasein dieses Verhältniß wieder etwas anders gestaltet.

Jede einzelne Art von Thieren und Pflanzen würde in kurzer Zeit die ganze Erdoberfläche dicht bevölkert haben, wenn sie nicht mit einer Menge von Feinden und feindlichen Einflüssen zu kämpfen hätte. Schon Linné berechnete, daß wenn eine einjährige Pflanze nur zwei

Samen hervorbrächte (und es gibt keine, die so wenig erzeugt), sie in 20 Jahren schon eine Million Individuen geliefert haben würde. Darwin berechnete vom Elephanten, der sich am langsamsten von allen Thieren zu vermehren scheint, daß in 500 Jahren die Nachkommenschaft eines einzigen Paares bereits 15 Millionen Individuen betragen würde, vorausgesetzt, daß jeder Elephant während der Zeit seiner Fruchtbarkeit (vom 30. bis 90. Jahre) nur 3 Paar Junge erzeugte. Ebenso würde die Zahl der Menschen, wenn man die mittlere Fortpflanzungszahl zu Grunde legt, und wenn keine Hindernisse der natürlichen Vermehrung im Wege stünden, bereits in 25 Jahren sich verdoppelt haben. In jedem Jahrhundert würde die Gesammtzahl der menschlichen Bevölkerung um das sechszehnfache gestiegen sein. Nun wissen Sie aber, daß die Gesammtzahl der Menschen nur sehr langsam wächst, und daß die Zunahme der Bevölkerung in verschiedenen Gegenden sehr verschieden ist. Während europäische Stämme sich über den ganzen Erdball ausbreiten, gehen andere Stämme, ja sogar ganze Arten oder Species des Menschengeschlechts mit jedem Jahre mehr ihrem völligen Aussterben entgegen. Dies gilt namentlich von den Rothhäuten Amerikas und von den Alfurus, den schwarzbraunen Eingeborenen Australiens. Selbst wenn diese Völker sich reichlicher fortpflanzten, als die weiße Menschenart Europas, würden sie dennoch früher oder später der letzteren im Kampfe um's Dasein erliegen. Von allen Menschenarten aber, ebenso wie von allen übrigen Organismen, geht bei weitem die überwiegende Mehrzahl in der frühesten Lebenszeit zu Grunde. Von der ungeheuren Masse von Keimen, die jede Art erzeugt, gelangen nur sehr wenige wirklich zur Entwickelung, und von diesen wenigen ist es wieder nur ein ganz kleiner Bruchtheil, welcher das Alter erreicht, in dem er sich fortpflanzen kann (Vergl. S. 127).

Aus diesem Mißverhältniß zwischen der ungeheuren Ueberzahl der organischen Keime und der geringen Anzahl von auserwählten Individuen, die wirklich neben und mit einander fortbestehen können, folgt mit Nothwendigkeit jener allgemeine Kampf um's Dasein, jenes beständige Ringen um die Existenz, jener unaufhörliche Wettkampf

um die Lebensbedürfnisse, von welchem ich Ihnen bereits im siebenten Vortrage ein Bild entwarf. Jener Kampf um's Dasein ist es, welcher die natürliche Züchtung veranlaßt, welcher die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungserscheinungen züchtend benutzt und dadurch an einer beständigen Umbildung aller organischen Formen arbeitet. Immer werden in jenem Kampf um die Erlangung der nothwendigen Existenzbedingungen diejenigen Individuen ihre Nebenbuhler besiegen, welche irgend eine individuelle Begünstigung, eine vortheilhafte Eigenschaft besitzen, die ihren Mitbewerbern fehlt. Freilich können wir nur in den wenigsten Fällen, bei uns näher bekannten Thieren und Pflanzen, uns eine ungefähre Vorstellung von der unendlich complicirten Wechselwirkung der zahlreichen Verhältnisse machen, welche alle hierbei in Frage kommen. Denken Sie nur daran, wie unendlich mannichfaltig und verwickelt die Beziehungen jedes einzelnen Menschen zu den übrigen und überhaupt zu der ihn umgebenden Außenwelt sind. Aehnliche Beziehungen walten aber auch zwischen allen Thieren und Pflanzen, die an einem Orte mit einander leben. Alle wirken gegenseitig, activ oder passiv, auf einander ein. Jedes Thier, jede Pflanze kämpft direct mit einer Anzahl von Feinden, welche denselben nachstellen, mit Raubthieren, parasitischen Thieren u. s. w. Die zusammenstehenden Pflanzen kämpfen mit einander um den Bodenraum, den ihre Wurzeln bedürfen, um die nothwendige Menge von Licht, Luft, Feuchtigkeit u. s. w. Ebenso ringen die Thiere eines jeden Bezirks mit einander um ihre Nahrung, Wohnung u. s. w. Es wird in diesem äußerst lebhaften und verwickelten Kampf jeder noch so kleine persönliche Vorzug, jeder individuelle Vortheil möglicherweise den Ausschlag geben können, zu Gunsten seines Besitzers. Dieses bevorzugte einzelne Individuum bleibt im Kampfe Sieger und pflanzt sich fort, während seine Mitbewerber zu Grunde gehen, ehe sie zur Fortpflanzung gelangen. Der persönliche Vorzug, welcher ihm den Sieg verlieh, wird auf seine Nachkommen vererbt, und kann durch weitere Ausbildung die Ursache zur Bildung einer neuen Art werden.

Die unendlich verwickelten Wechselbeziehungen, welche zwischen den Organismen eines jeden Bezirks bestehen, und welche als die eigentlichen Bedingungen des Kampfes um's Dasein angesehen werden müssen, sind uns größtentheils unbekannt und meistens auch sehr schwierig zu erforschen. Nur in einzelnen Fällen haben wir dieselben bisher bis zu einem gewissen Grade verfolgen können, so z. B. in dem von Darwin angeführten Beispiel von den Beziehungen der Katzen zum rothen Klee in England. Die rothe Kleeart (Trifolium pratense), welche in England eines der vorzüglichsten Futterkräuter für das Rindvieh bildet, bedarf, um zur Samenbildung zu gelangen, des Besuchs der Hummeln. Indem diese Insecten den Honig aus dem Grunde der Kleeblüthe saugen, bringen sie den Blüthenstaub mit der Narbe in Berührung und vermitteln so die Befruchtung der Blüthe, welche ohne sie niemals erfolgt. Darwin hat durch Versuche gezeigt, daß rother Klee, den man von dem Besuche der Hummeln absperrt, keinen einzigen Samen liefert. Die Zahl der Hummeln ist bedingt durch die Zahl ihrer Feinde, unter denen die Feldmäuse die verderblichsten sind. Je mehr die Feldmäuse überhand nehmen, desto weniger wird der Klee befruchtet. Die Zahl der Feldmäuse ist wiederum von der Zahl ihrer Feinde abhängig, zu denen namentlich die Katzen gehören. Daher giebt es in der Nähe der Dörfer und Städte, wo viel Katzen gehalten werden, besonders viel Hummeln. Eine große Zahl von Katzen ist also offenbar von großem Vortheil für die Befruchtung des Klees. Man kann nun, wie es von Karl Vogt geschehen ist, dieses Beispiel noch weiter verfolgen, wenn man erwägt, daß das Rindvieh, welches sich von dem rothen Klee nährt, eine der wichtigsten Grundlagen des Wohlstands von England ist. Die Engländer conserviren ihre körperlichen und geistigen Kräfte vorzugsweise dadurch, daß sie sich größtentheils von trefflichem Fleisch, namentlich ausgezeichnetem Rostbeaf und Beafsteak nähren. Dieser vorzüglichen Fleischnahrung verdanken die Britten zum großen Theil das Uebergewicht ihres Gehirns und Geistes über die anderen Nationen. Offenbar ist dieses aber indirect abhängig von den Katzen, welche die Feldmäuse verfolgen. Man kann auch

mit Huxley auf die alten Jungfern zurückgehen, welche vorzugsweise die Katzen hegen und pflegen, und somit für die Befruchtung des Klees und den Wohlstand Englands von größter Wichtigkeit sind. An diesem Beispiel können Sie erkennen, daß, je weiter man dasselbe verfolgt, desto größer der Kreis der Wirkungen und der Wechselbeziehungen wird. Man kann aber mit Bestimmtheit behaupten, daß bei jeder Pflanze und bei jedem Thiere eine Masse solcher Wechselbeziehungen existiren. Nur sind wir selten im Stande, die Kette derselben so herzustellen, wie es hier der Fall ist.

Ein anderes merkwürdiges Beispiel von wichtigen Wechselbeziehungen ist nach Darwin folgendes: In Paraguay finden sich keine verwilderten Rinder und Pferde, wie in den benachbarten Theilen Südamerikas, nördlich und südlich von Paraguay. Dieser auffallende Umstand erklärt sich einfach dadurch, daß in diesem Lande eine kleine Fliege sehr häufig ist, welche die Gewohnheit hat, ihre Eier in den Nabel der neugeborenen Rinder und Pferde zu legen. Die neugeborenen Thiere sterben in Folge dieses Eingriffs, und jene kleine gefürchtete Fliege ist also die Ursache, daß die Rinder und Pferde in diesem District niemals verwildern. Angenommen, daß durch irgend einen insectenfressenden Vogel jene Fliege zerstört würde, so würden in Paraguay ebenso wie in den benachbarten Theilen Südamerikas diese großen Säugethiere massenhaft verwildern, und da dieselben eine Menge von bestimmten Pflanzenarten verzehren, würde die ganze Flora, und in Folge davon wiederum die ganze Fauna dieses Landes eine andere werden.

Interessante Beispiele für die Veränderung der Wechselbeziehungen im Kampf um's Dasein liefern auch jene isolirten Inseln der Südsee, auf denen zu verschiedenen Malen von Seefahrern Ziegen oder Schweine ausgesetzt wurden. Diese Thiere verwilderten und nahmen aus Mangel an Feinden an Zahl bald so übermäßig zu, daß die ganze übrige Thier- und Pflanzenbevölkerung darunter litt, und daß schließlich die Insel beinahe ausstarb, weil den zu massenhaft sich vermehrenden großen Säugethieren die hinreichende Nahrung fehlte.

In einigen Fällen wurden auf einer solchen von Ziegen oder Schweinen übervölkerten Insel später von anderen Seefahrern ein Paar Hunde ausgesetzt, die sich in diesem Futterüberfluß sehr wohl befanden, sich wieder sehr rasch vermehrten und furchtbar unter den Heerden aufräumten, so daß nach einer Anzahl von Jahren den Hunden selbst das Futter fehlte, und auch sie beinahe ausstarben. So wechselt beständig in der Oekonomie der Natur das Gleichgewicht der Arten, je nachdem die eine oder andere Art sich auf Kosten der übrigen vermehrt. In den meisten Fällen sind freilich die Beziehungen der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten zu einander viel zu verwickelt, als daß wir ihnen nachkommen könnten, und ich überlasse es Ihrem eigenen Nachdenken, sich auszumalen, welches unendlich verwickelte Getriebe an jeder Stelle der Erde in Folge dieses Kampfes stattfinden muß. In letzter Instanz sind die Triebfedern, welche den Kampf bedingen, und welche den Kampf an allen verschiedenen Stellen verschieden gestalten und modificiren, die Triebfedern der Selbsterhaltung, und zwar sowohl der Erhaltungstrieb der Individuen (Ernährungstrieb), als der Erhaltungstrieb der Arten (Fortpflanzungstrieb). Diese beiden Grundtriebe der organischen Selbsterhaltung sind es, von denen der Dichter sagt:

„So lange bis den Bau der Welt
„Philosophie zusammenhält,
„Erhält sich ihr Getriebe
„Durch Hunger und durch Liebe.“

Diese beiden mächtigen Grundtriebe sind es, welche durch ihre verschiedene Ausbildung in den verschiedenen Arten den Kampf um's Dasein so ungemein mannichfaltig gestalten, und welche den Erscheinungen der Vererbung und Anpassung zu Grunde liegen. Wir konnten alle Vererbung auf die Fortpflanzung, alle Anpassung auf die Ernährung als die materielle Grundursache zurückführen.

Der Kampf um das Dasein wirkt bei der natürlichen Züchtung ebenso züchtend oder auslesend, wie der Wille des Menschen bei der künstlichen Züchtung. Aber dieser wirkt planmäßig und bewußt, jener planlos und

unbewußt. Dieser wichtige Unterschied zwischen der künstlichen und natürlichen Züchtung verdient besondere Beachtung. Denn wir lernen hierdurch verstehen, warum zweckmäßige Einrichtungen ebenso durch zwecklos wirkende mechanische Ursachen, wie durch zweckmäßig thätige Endursachen erzeugt werden können. Die Producte der natürlichen Züchtung sind ebenso zweckmäßig eingerichtet, wie die Kunstproducte des Menschen, und dennoch verdanken sie ihre Entstehung nicht einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft, sondern einem unbewußt und planlos wirkenden mechanischen Verhältniß. Wenn man nicht tiefer über die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung unter dem Einfluß des Kampfes um's Dasein nachgedacht hat, so ist man zunächst nicht geneigt, solche Erfolge von diesem natürlichen Züchtungsproceß zu erwarten, wie derselbe in der That liefert. Es ist daher wohl angemessen, hier ein Paar Beispiele von der Wirksamkeit der natürlichen Züchtung anzuführen.

Lassen Sie uns zunächst die von Darwin hervorgehobene gleichfarbige Zuchtwahl oder die sogenannte „sympathische Farbenwahl" der Thiere betrachten. Schon frühere Naturforscher haben es sonderbar gefunden, daß zahlreiche Thiere im Großen und Ganzen dieselbe Färbung zeigen wie der Wohnort, oder die Umgebung, in der sie sich beständig aufhalten. So sind z. B. die Blattläuse und viele andere auf Blättern lebende Insecten grün gefärbt. Die Wüstenbewohner, Springmäuse, Wüstenfüchse, Gazellen, Löwen u. s. w. sind meist gelb oder gelblichbraun gefärbt, wie der Sand der Wüste. Die Polarthiere, welche auf Eis und Schnee leben, sind weiß oder grau, wie Eis und Schnee. Viele von diesen ändern ihre Färbung im Sommer und Winter. Im Sommer, wenn der Schnee theilweis vergeht, wird das Fell dieser Polarthiere graubraun oder schwärzlich wie der nackte Erdboden, während es im Winter wieder weiß wird. Schmetterlinge und Colibris, welche die bunten, glänzenden Blüthen umschweben, gleichen diesen in der Färbung. Darwin erklärt nun diese auffallende Thatsache ganz einfach dadurch, daß eine solche Färbung, die übereinstimmt mit der des Wohnortes, den betreffenden

Thieren von größtem Nutzen ist. Wenn diese Thiere Raubthiere sind, so werden sie sich dem Gegenstand ihres Appetits viel sicherer und unbemerkter nähern können, und ebenso werden die von ihnen verfolgten Thiere viel leichter entfliehen können, wenn sie sich in der Färbung möglichst wenig von ihrer Umgebung unterscheiden. Wenn also ursprünglich eine Thierart in allen Farben variirte, so werden diejenigen Individuen, deren Farbe am meisten derjenigen ihrer Umgebung glich, im Kampf um's Dasein am meisten begünstigt gewesen sein. Sie blieben unbemerkter, erhielten sich und pflanzten sich fort, während die anders gefärbten Individuen oder Spielarten ausstarben.

Aus derselben gleichfarbigen Zuchtwahl läßt sich wohl auch die merkwürdige Wasserähnlichkeit der pelagischen Glasthiere erklären, die wunderbare Thatsache, daß die Mehrzahl der pelagischen Thiere, d. h. derer, welche an der Oberfläche der offenen See leben, bläulich oder ganz farblos, und glasartig durchsichtig ist, wie das Wasser selbst. Solche farblose, glasartige Thiere kommen in den verschiedensten Klassen vor. Es gehören dahin unter den Fischen die Helmichthyiden, durch deren glashellen Körper hindurch man die Schrift eines Buches lesen kann; unter den Weichthieren die Flossenschnecken und Kielschnecken; unter den Würmern die Salpen, Alciope und Sagitta; ferner sehr zahlreiche pelagische Krebsthiere (Crustaceen) und der größte Theil der Medusen (Schirmquallen, Kammquallen u. s. w.) Alle diese pelagischen Thiere, welche an der Oberfläche des offenen Meeres schwimmen, sind glasartig durchsichtig und farblos, wie das Wasser selbst, während ihre nächsten Verwandten, die auf dem Grunde des Meeres leben, gefärbt und undurchsichtig wie die Landbewohner sind. Auch diese merkwürdige Thatsache läßt sich ebenso wie die sympathische Färbung der Landbewohner durch die natürliche Züchtung erklären. Unter den Voreltern der pelagischen Glasthiere, welche einen verschiedenen Grad von Farblosigkeit und Durchsichtigkeit zeigten, werden diejenigen, welche am meisten farblos und durchsichtig waren, offenbar in dem lebhaften Kampf um's Dasein, der an der Meeresoberfläche stattfindet, am meisten begünstigt gewesen sein. Sie konnten sich

ihrer Beute am leichtesten unbemerkt nähern, und wurden selbst von ihren Feinden am wenigsten bemerkt. So konnten sie sich leichter erhalten und fortpflanzen, als ihre mehr gefärbten und undurchsichtigen Verwandten, und schließlich erreichte durch gehäufte Anpassung und Vererbung, durch natürliche Auslese im Laufe vieler Generationen der Körper denjenigen Grad von glasartiger Durchsichtigkeit und Farblosigkeit, den wir gegenwärtig an den pelagischen Glasthieren bewundern (Gen. Morph. II, 242).

Nicht minder interessant und lehrreich, als die gleichfarbige Zuchtwahl, ist diejenige Art der natürlichen Züchtung, welche Darwin die sexuelle oder geschechtliche Zuchtwahl nennt, und welche besonders die Entstehung der sogenannten „secundären Sexualcharaktere" erklärt. Wir haben diese untergeordneten Geschlechtscharaktere, die in so vieler Beziehung lehrreich sind, schon früher erwähnt, und verstanden darunter solche Eigenthümlichkeiten der Thiere und Pflanzen, welche bloß einem der beiden Geschlechter zukommen, und welche nicht in unmittelbarer Beziehung zu der Fortpflanzungsthätigkeit selbst stehen. (Vergl. oben S. 164). Solche secundäre Geschlechtscharaktere kommen in großer Mannichfaltigkeit bei den Thieren vor. Sie wissen Alle, wie auffallend sich bei vielen Vögeln und Schmetterlingen die beiden Geschlechter durch Größe und Färbung unterscheiden. Meist ist hier das Männchen das größere und schönere Geschlecht. Oft besitzt dasselbe besondere Zierrathe oder Waffen, wie z. B. das Geweih der männlichen Hirsche und Rehe, der Sporn und Federkragen des Hahns u. s. w. Alle diese Eigenthümlichkeiten der beiden Geschlechter haben mit der Fortpflanzung selbst, welche durch die „primären Sexualcharaktere," die eigentlichen Geschlechtsorgane, vermittelt wird, unmittelbar Nichts zu thun.

Die Entstehung dieser merkwürdigen „secundären Sexualcharaktere" erklärt nun Darwin einfach durch eine Auslese oder Selection, welche bei der Fortpflanzung der Thiere geschieht. Bei den meisten Thieren ist die Zahl der Individuen beiderlei Geschlechts mehr oder weniger ungleich; entweder ist die Zahl der weiblichen oder die

der männlichen Individuen größer, und wenn die Fortpflanzungszeit herannaht, findet in der Regel ein Kampf zwischen den betreffenden Nebenbuhlern um Erlangung der Thiere des anderen Geschlechts statt. Es ist bekannt, mit welcher Kraft und Heftigkeit gerade bei den höchsten Thieren, bei den Säugethieren und Vögeln, besonders bei den in Polygamie lebenden dieser Kampf gefochten wird. Bei den Hühnervögeln, wo auf einen Hahn zahlreiche Hennen kommen, findet zur Erlangung eines möglichst großen Harems ein lebhafter Kampf zwischen den mitbewerbenden Hähnen statt. Dasselbe gilt von vielen Wiederkäuern. Bei den Hirschen und Rehen z. B. entstehen zur Zeit der Fortpflanzung gefährliche Kämpfe zwischen den Männchen um den Besitz der Weibchen. Der secundäre Sexualcharakter, welcher hier die Männchen auszeichnet, das Geweih der Hirsche und Rehe, das den Weibchen fehlt, ist nach Darwin die Folge jenes Kampfes. Hier ist also nicht, wie beim Kampfe um die individuelle Existenz, die Selbsterhaltung, sondern die Erhaltung der Art, die Fortpflanzung, das Motiv und die bestimmende Ursache des Kampfes. Es giebt eine ganze Menge von Waffen, die in dieser Weise von den Thieren erworben wurden, sowohl passive Schutzwaffen als active Angriffswaffen. Eine solche Schutzwaffe ist zweifelsohne die Mähne des Löwen, die dem Weibchen abgeht; sie ist bei den Bissen, die die männlichen Löwen sich am Halse beizubringen suchen, wenn sie um die Weibchen kämpfen, ein tüchtiges Schutzmittel; und daher sind die mit der stärksten Mähne versehenen Männchen in dem sexuellen Kampfe am Meisten begünstigt. Eine ähnliche Schutzwaffe ist die Wamme des Stiers und der Federkragen des Hahns. Active Angriffswaffen sind dagegen das Geweih des Hirsches, der Hauzahn des Ebers, der Sporn des Hahns und der entwickelte Oberkiefer des männlichen Hirschkäfers; alles Instrumente, welche beim Kampfe der Männchen um die Weibchen zur Vernichtung oder Vertreibung der Nebenbuhler dienen.

In den letzterwähnten Fällen sind es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe der Nebenbuhler, welche die Entstehung des secundären Sexualcharakters bedingen. Außer diesen unmittelbaren Vernichtungs-

kämpfen sind aber bei der geschlechtlichen Auslese auch die mehr mittelbaren Wettkämpfe von großer Wichtigkeit, welche auf die Nebenbuhler nicht minder umbildend einwirken. Diese bestehen vorzugsweise darin, daß das werbende Geschlecht dem anderen zu gefallen sucht, durch äußeren Putz, durch Schönheit, oder durch eine melodische Stimme. Darwin meint, daß die schöne Stimme der Singvögel wesentlich auf diesem Wege entstanden ist. Bei vielen Vögeln findet ein wirklicher Sängerkrieg statt zwischen den Männchen, die um den Besitz der Weibchen kämpfen. Von mehreren Singvögeln weiß man, daß zur Zeit der Fortpflanzung die Männchen sich zahlreich vor den Weibchen versammeln und vor ihnen ihren Gesang erschallen lassen, und daß dann die Weibchen denjenigen Sänger, welcher ihnen am besten gefällt, zu ihrem Gemahl erwählen. Bei anderen Singvögeln lassen die einzelnen Männchen in der Einsamkeit des Waldes ihren Gesang ertönen, um die Weibchen anzulocken, und diese folgen dem anziehendsten Locktone. Ein ähnlicher musikalischer Wettkampf, der allerdings weniger melodisch ist, findet bei den Cikaden und Heuschrecken statt. Bei den Cikaden hat das Männchen am Unterleib zwei trommelartige Instrumente und erzeugt damit die scharfen zirpenden Töne, welche die alten Griechen seltsamer Weise als schöne Musik priesen. Bei den Heuschrecken bringen die Männchen, theils indem sie die Hinterschenkel wie Violinbogen an den Flügeldecken reiben, theils durch Reiben der Flügeldecken an einander Töne hervor, die für uns allerdings nicht melodisch sind, die aber den weiblichen Heuschrecken so gefallen, daß sie die am besten geigenden Männchen sich aussuchen.

Bei anderen Insecten und Vögeln ist es nicht der Gesang oder überhaupt die musikalische Leistung, sondern der Putz oder die Schönheit des einen Geschlechts, welche das andere anzieht. So finden wir, daß bei den meisten Hühnervögeln die Hähne durch Hautlappen auf dem Kopfe sich auszeichnen, oder durch einen schönen Schweif, den sie radartig ausbreiten, wie z. B. der Pfau und der Truthahn. Auch der prachtvolle Schweif des Paradiesvogels ist eine ausschließliche

Zierde des männlichen Geschlechts. Ebenso zeichnen sich bei sehr vielen anderen Vögeln und bei sehr vielen Insecten, namentlich Schmetterlingen, die Männchen durch besondere Farben oder andere Zierden vor den Weibchen aus. Offenbar sind dieselben Producte der sexuellen Züchtung. Da den Weibchen diese Reize und Verzierungen fehlen, so müssen wir schließen, daß dieselben von den Männchen im Wettkampf um die Weibchen erst mühsam erworben worden sind, wobei die Weibchen auslesend wirkten.

Die Anwendung dieses interessanten Schlusses auf die menschliche Gesellschaft können Sie sich selbst leicht im Einzelnen ausmalen. Offenbar sind auch hier dieselben Ursachen bei der Ausbildung der secundären Sexualcharaktere wirksam gewesen. Ebensowohl die Vorzüge, welche den Mann, als diejenigen, welche das Weib auszeichnen, verdanken ihren Ursprung ganz gewiß größtentheils der sexuellen Auslese des anderen Geschlechts. Im Alterthum und im Mittelalter, besonders in der romantischen Ritterzeit, waren es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe, die Turniere und Duelle, welche die Brautwahl vermittelten; der Stärkere führte die Braut heim. In neuerer Zeit dagegen sind die mittelbaren Wettkämpfe der Nebenbuhler beliebter, welche mittelst musikalischer Leistungen, Spiel und Gesang, oder mittelst körperlicher Reize, natürlicher Schönheit oder künstlichen Putzes, in unseren sogenannten „feinen" und „hochcivilisirten" Gesellschaften ausgekämpft werden. Bei weitem am Wichtigsten aber von diesen verschiedenen Formen der Geschlechtswahl des Menschen ist die am meisten veredelte Form derselben, nämlich die p s y c h i s c h e A u s l e s e, bei welcher die geistigen Vorzüge des einen Geschlechts bestimmend auf die Wahl des anderen einwirken. Indem der am höchsten veredelte Culturmensch sich bei der Wahl der Lebensgefährtin Generationen hindurch von den Seelenvorzügen derselben leiten ließ, und diese auf die Nachkommenschaft vererbte, half er mehr, als durch vieles Andere, die tiefe Kluft schaffen, welche ihn gegenwärtig von den rohesten Naturvölkern und von unseren gemeinsamen thierischen Voreltern trennt (Gen. Morph. II, 247).

Im Anschluß an diese Betrachtung der natürlichen Züchtung lassen Sie uns nun einen Blick auf die unmittelbaren Folgen werfen, welche aus deren Thätigkeit sich ergeben. Unter diesen Folgen treten uns zunächst zwei äußerst wichtige organische Grundgesetze entgegen, welche man schon lange empirisch in der Biologie festgestellt hatte, nämlich das Gesetz der Arbeitstheilung oder Differenzirung und das Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung. Diese beiden Grundgesetze lassen sich durch die Selectionstheorie als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein erklären. Wir haben diesen Proceß selbst als mechanisch nachgewiesen und gezeigt, daß die Vererbung materiell durch die Fortpflanzung, die Anpassung materiell durch die Ernährung bedingt ist, und daß beide Functionen auf mechanische, also physikalische und chemische Ursachen zurückzuführen sind. Wie von der natürlichen Züchtung selbst, so gilt dies auch von jenen beiden großen Erscheinungen, mit denen wir uns jetzt zu beschäftigen haben, von den Gesetzen der Divergenz und des Fortschritts. Man war früher, als man in der geschichtlichen Entwickelung, in der individuellen Entwickelung und in der vergleichenden Anatomie der Thiere und Pflanzen durch die Erfahrung diese beiden Gesetze kennen lernte, geneigt, dieselben wieder auf eine unmittelbare schöpferische Einwirkung zurückzuführen. Es sollte in dem zweckmäßigen Plane des Schöpfers gelegen haben, die Formen der Thiere und Pflanzen im Laufe der Zeit immer mannichfaltiger auszubilden und immer vollkommener zu gestalten. Wir werden offenbar einen großen Schritt in der Erkenntniß der Natur thun, wenn wir diese teleologische und anthropomorphe Vorstellung zurückweisen, und die beiden Gesetze der Arbeitstheilung und Vervollkommnung als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampfe um's Dasein nachweisen können.

Das erste große Gesetz, welches unmittelbar und mit Nothwendigkeit aus der natürlichen Züchtung folgt, ist dasjenige der Sonderung oder Differenzirung, welche man auch häufig als Arbeitstheilung oder Polymorphismus bezeichnet, und welche Darwin als Divergenz des Charakters erläutert. (Gen.

Morph. II., 249). Wir verstehen darunter die allgemeine Neigung aller organischen Individuen, sich in immer höherem Grade ungleichartig auszubilden und von dem gemeinsamen Urbilde zu entfernen. Die Ursache dieser allgemeinen Neigung zur Sonderung und der dadurch bewirkten Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage ist nach Darwin einfach auf den Umstand zurückführen, daß der Kampf um's Dasein zwischen je zwei Organismen um so heftiger entbrennt, je näher sich diese Individuen in jeder Beziehung stehen, je gleichartiger sie sind. Dies ist ein ungemein wichtiges und eigentlich äußerst einfaches Verhältniß, welches aber gewöhnlich gar nicht gehörig in's Auge gefaßt wird.

Es wird Jedem von Ihnen einleuchten, daß auf einem Acker von bestimmter Größe neben den Kornpflanzen, die dort ausgesäet sind, eine große Anzahl von Unkräutern existiren können, und zwar an Stellen, welche nicht von den Kornpflanzen eingenommen werden könnten. Die trockneren, sterileren Stellen des Bodens, auf denen keine Kornpflanze gedeihen würde, können noch zum Unterhalt von Unkraut verschiedener Art dienen; und zwar werden davon um so mehr verschiedene Arten und Individuen neben einander existiren können, je besser die verschiedenen Unkrautarten geeignet sind, sich den verschiedenen Stellen des Ackerbodens anzupassen. Ebenso ist es mit den Thieren. Offenbar können in einem und demselben beschränkten Bezirk eine viel größere Anzahl von thierischen Individuen zusammenleben, wenn dieselben von mannichfach verschiedener Natur, als wenn sie alle gleich sind. Es giebt Bäume (wie z. B. die Eiche), auf welchen ein paar Hundert verschiedene Insectenarten neben einander leben. Die einen nähren sich von den Früchten des Baumes, die anderen von den Blättern, noch andere von der Rinde, der Wurzel u. s. f. Es wäre ganz unmöglich, daß die gleiche Zahl von Individuen auf diesem Baume lebte, wenn alle von einer Art wären, wenn z. B. alle nur von der Rinde oder nur von den Blättern lebten. Ganz dasselbe ist in der menschlichen Gesellschaft der Fall. In einer und derselben kleinen Stadt kann eine bestimmte Anzahl von Handwerkern nur leben, wenn dieselben verschie-

dene Geschäfte betreiben. Wenn hier in Jena ebenso viel Schuster existiren wollten, als Schuster, Schneider, Tischler, Buchbinder u. s. w. zusammengenommen da sind, so würde bald der größte Theil derselben zu Grunde gehen. Offenbar können hier um so mehr Individuen neben einander existiren, je verschiedenartiger ihre Beschäftigung ist. Die Arbeitstheilung, welche sowohl der ganzen Gemeinde, als auch dem einzelnen Arbeiter den größten Nutzen bringt, ist eine unmittelbare Folge des Kampfes um's Dasein, der natürlichen Züchtung; denn dieser Kampf ist um so leichter zu bestehen, je mehr sich die Thätigkeit und somit auch die Form der verschiedenen Individuen von einander entfernt. Natürlich wirkt die verschiedene Function umbildend auf die Form zurück, und die physiologische Arbeitstheilung bedingt nothwendig die morphologische Differenzirung.

Nun bitte ich Sie wieder zu erwägen, daß alle Thier- und Pflanzenarten veränderlich sind, und die Fähigkeit besitzen, sich an verschiedenen Orten den localen Verhältnissen anzupassen. Die Spielarten, Varietäten oder Rassen einer jeden Species werden sich den Anpassungsgesetzen gemäß um so mehr von der ursprünglichen Stammart entfernen, je verschiedenartiger die neuen Verhältnisse sind, denen sie sich anpassen. Wenn wir nun diese von einer gemeinsamen Grundform ausgehenden Varietäten uns in Form eines verzweigten Strahlenbüschels vorstellen, so werden diejenigen Spielarten am besten neben einander existiren und sich fortpflanzen können, welche am weitesten von einander entfernt sind, welche an den Enden der Reihe oder auf entgegengesetzten Seiten des Büschels stehen. Die in der Mitte stehenden Uebergangsformen dagegen haben den schwierigsten Stand im Kampfe um's Dasein. Die nothwendigen Lebensbedürfnisse sind bei den extremen, am weitesten aus einandergehenden Spielarten am meisten verschieden, und daher werden diese in dem allgemeinen Kampfe um's Dasein am wenigsten in ernstlichen Conflict gerathen. Die vermittelnden Zwischenformen dagegen, welche sich am wenigsten von der ursprünglichen Stammform entfernt haben, theilen mehr oder minder dieselben Lebensbedürfnisse, und daher werden sie

in der Mitbewerbung um dieselben am meisten zu kämpfen haben und am gefährlichsten bedroht sein. Wenn also zahlreiche Varietäten oder Spielarten einer Species auf einem und demselben Fleck der Erde mit einander leben, so können viel eher die Extreme, die am meisten abweichenden Formen, neben einander fort bestehen, als die vermittelnden Zwischenformen, welche mit jedem der verschiedenen Extreme zu kämpfen haben. Die letzteren werden auf die Dauer den feindlichen Einflüssen nicht widerstehen können, welche die ersteren siegreich überwinden. Diese allein erhalten sich, pflanzen sich fort, und sind nun nicht mehr durch vermittelnde Uebergangsformen mit der ursprünglichen Stammart verbunden. So entstehen aus Varietäten „gute Arten.“ Der Kampf um's Dasein begünstigt nothwendig die allgemeine Divergenz oder das Auseinandergehen der organischen Formen, die beständige Neigung der Organismen, neue Arten zu bilden. Diese beruht nicht auf einer mystischen Eigenschaft, auf einem unbekannten Bildungstrieb der Organismen, sondern auf der Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe um's Dasein. Indem von den Varietäten einer jeden Species die vermittelnden Zwischenformen erlöschen und die Uebergangsglieder aussterben, geht der Divergenzproceß immer weiter, und bildet in den Extremen Gestalten aus, die wir als neue Arten unterscheiden.

Obgleich alle Naturforscher die Variabilität oder Veränderlichkeit aller Thier- und Pflanzenarten zugeben müssen, haben doch die meisten bisher bestritten, daß die Abänderung oder Umbildung der organischen Form die ursprüngliche Grenze des Speziescharakters überschreite. Unsere Gegner halten an dem Satze fest: „Soweit auch eine Art in Varietätenbüschel aus einander gehen mag, so sind die Spielarten oder Varietäten derselben doch niemals in dem Grade von einander unterschieden, wie zwei wirkliche gute Arten.“ Diese Behauptung, die gewöhnlich von Darwin's Gegnern an die Spitze ihrer Beweisführung gestellt wird, ist vollkommen unhaltbar und unbegründet. Dies wird Ihnen sofort klar, sobald Sie kritisch die verschiedenen Versuche vergleichen, den Begriff der Species oder

Art festzustellen. Was eigentlich eine „echte oder gute Species“ sei, diese Frage vermag kein Naturforscher zu beantworten, trotzdem ganze Bibliotheken über die Frage geschrieben worden sind, ob diese oder jene beobachtete Form eine Species oder Varietät, eine wirklich gute oder schlechte Art sei. Die verhältnißmäßig beste und vernünftigste Antwort auf diese Frage war noch immer folgende: „Zu einer Art gehören alle Individuen, die in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmen. Wesentliche Speciescharaktere sind aber solche, welche beständig oder constant sind, und niemals abändern oder variiren.“ Sobald nun aber der Fall eintrat, daß ein Merkmal, das man bisher für wesentlich hielt, dennoch abänderte, so sagte man: „Dieses Merkmal ist für die Art nicht wesentlich gewesen, denn wesentliche Charaktere variiren nicht.“ Man bewegte sich also in einem offenbaren Zirkelschluß, und die Naivität ist wirklich erstaunlich, mit der diese Kreisbewegung der Artdefinition in Tausenden von Büchern als unumstößliche Wahrheit hingestellt und immer noch wiederholt wird.

Ebenso wie dieser, so sind auch alle übrigen Versuche, welche man zu einer festen und logischen Begriffsbestimmung der organischen „Species“ gemacht hat, völlig fruchtlos und vergeblich gewesen. Der Natur der Sache nach kann es nicht anders sein. Der Begriff der Species ist ebenso gut relativ, und nicht absolut, wie der Begriff der Varietät, Gattung, Familie, Ordnung, Classe u. s. w. Ich habe dies in meiner Kritik des Speciesbegriffs in meiner generellen Morphologie ausführlich nachgewiesen (Gen. Morph. II. 323—364). Ich will mit dieser unerquicklichen Erörterung hier keine Zeit verlieren, und nur noch ein paar Worte über das Verhältniß der Species zur Bastardzeugung sagen. Früher galt es als Dogma, daß zwei gute Arten niemals mit einander Bastarde zeugen könnten, welche sich als solche fortpflanzten. Man berief sich dabei fast immer auf die Bastarde von Pferd und Esel, die Maulthiere und Maulesel, die in der That selten oder fast niemals ihre Art fortpflanzen können. Allein solche unfruchtbare Bastarde sind, wie sich herausgestellt hat, seltene Ausnahmen, und in der Mehrzahl der Fälle sind Bastarde zweier ganz ver-

schiedenen Arten fruchtbar und können sich fortpflanzen. Fast immer können sie mit einer der beiden Elternarten, bisweilen aber auch rein unter sich fruchtbar sich vermischen. Daraus können aber nach dem „Gesetze der gemischten Vererbung" (S. 165) ganz neue Formen entstehen. In der That ist so die Bastardzeugung eine Quelle der Entstehung neuer Arten, verschieden von der bisher betrachteten Quelle der natürlichen Züchtung. Da im Ganzen diese Erscheinungen noch dunkel und die meisten Beobachtungen noch sehr lückenhaft sind, so wollen wir uns bei denselben hier nicht weiter aufhalten. Nur ein paar Beispiele von neuen Arten, welche durch Bastardzeugung oder Hybridismus entstanden sind, will ich anführen. Zu den interessantesten gehört das Hasen-Kaninchen (Lepus Darwinii), der Bastard vom Hasen und Kaninchen, welcher in Frankreich schon seit 1850 zu gastronomischen Zwecken in vielen Generationen gezüchtet worden ist. Ich besitze selbst durch die Güte des Herrn Dr. Conrad, welcher diese Züchtungsversuche auf seinem Gute wiederholt hat, solche Bastarde, welche aus reiner Inzucht hervorgegangen sind, d. h. deren beide Eltern selbst Bastarde eines Hasenvaters und einer Kaninchenmutter sind [17]). Nun sind aber Hase und Kaninchen zwei so verschiedene Species der Gattung Lepus, daß kein Systematiker sie als Varietäten eines Genus anerkennen wird. Man kennt ferner fruchtbare Bastarde von Schafen und Ziegen, die in Chile seit langer Zeit zu industriellen Zwecken gezogen werden. Welche unwesentliche Umstände bei der geschlechtlichen Vermischung die Fruchtbarkeit der verschiedenen Arten bedingen, das zeigt der Umstand, daß Ziegenböcke und Schafe bei ihrer Vermischung fruchtbare Bastarde erzeugen, während Schafbock und Ziege sich überhaupt selten paaren, und dann ohne Erfolg. So sind also die Erscheinungen des Hybridismus, auf welche man irrthümlicherweise ein ganz übertriebenes Gewicht gelegt hat, für den Speciesbegriff von durchaus untergeordneter Bedeutung, so daß wir bei ihnen nicht länger zu verweilen brauchen.

Daß die vielen vergeblichen Versuche, den Speciesbegriff theoretisch festzustellen, mit der praktischen Speciesunterscheidung gar Nichts

zu thun haben, wurde schon früher angeführt (S. 40). Die verschiedenartige praktische Verwerthung des Speciesbegriffes, wie sie sich in der systematischen Zoologie und Botanik durchgeführt findet, ist sehr lehrreich für die Erkenntniß der menschlichen Thorheit. Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Zoologen und Botaniker war bisher bei Unterscheidung und Beschreibung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen vor Allem bestrebt, die verwandten Formen als „gute Species" scharf zu trennen. Allein eine scharfe und folgerichtige Unterscheidung solcher „echten oder guten Arten" zeigte sich nirgends möglich. Es giebt nicht zwei Zoologen, nicht zwei Botaniker, welche in allen Fällen darüber einig wären, welche von den nahe verwandten Formen einer Gattung gute Arten seien und welche nicht. Alle Autoren haben darüber verschiedene Ansichten. Bei der Gattung Hieracium z. B., einer der gemeinsten deutschen Pflanzengattungen, hat man über 300 Arten in Deutschland allein unterschieden. Der Botaniker Fries läßt davon aber nur 106, Koch nur 52 als „gute Arten" gelten, und Andere nehmen deren kaum 20 an. Eben so groß sind die Differenzen bei den Brombeerarten (Rubus). Wo der eine Botaniker über hundert Arten macht, nimmt der zweite bloß etwa die Hälfte, ein dritter nur fünf bis sechs oder noch weniger Arten an. Die Vögel Deutschlands kennt man seit längerer Zeit sehr genau. Bechstein hat in seiner sorgfältigen Naturgeschichte der deutschen Vögel 367 Arten unterschieden, L. Reichenbach 379, Meyer und Wolff 406, und Pastor Brehm sogar mehr als 900 verschiedene Arten.

Sie sehen also, daß die größte Willkür hier wie in jedem anderen Gebiete der zoologischen und botanischen Systematik herrscht, und der Natur der Sache nach herrschen muß. Denn es ist ganz unmöglich, Varietäten, Spielarten und Rassen von den sogenannten „guten Arten" scharf zu unterscheiden. Varietäten sind beginnende Arten. Aus der Variabilität oder Anpassungsfähigkeit der Arten folgt mit Nothwendigkeit unter dem Einflusse des Kampfes um's Dasein die immer weiter gehende Sonderung oder Differenzirung der

Spielarten, die beständige Divergenz der neuen Formen, und indem diese durch Erblichkeit eine Anzahl von Generationen hindurch constant erhalten werden, während die vermittelnden Zwischenformen aussterben, bilden sie selbstständige „neue Arten". Die Entstehung neuer Species durch die Arbeitstheilung oder Sonderung, Divergenz oder Differenzirung der Varietäten, ist mithin eine nothwendige Folge der natürlichen Züchtung.

Dasselbe gilt nun auch von dem zweiten großen Gesetze, welches wir unmittelbar aus der natürlichen Züchtung ableiten, und welches dem Divergenzgesetze zwar sehr nahe verwandt aber keineswegs damit identisch ist, nämlich von dem Gesetze des Fortschritts (Progressus) oder der Vervollkommnung (Teleosis). (Gen. Morph. II, 257). Auch dieses große und wichtige Gesetz ist gleich dem Differenzirungsgesetze längst empirisch durch die paläontologische Erfahrung festgestellt worden, ehe uns Darwin's Selectionstheorie den Schlüssel zu seiner ursächlichen Erklärung lieferte. Die meisten ausgezeichneten Paläontologen haben das Fortschrittsgesetz als allgemeinstes Resultat ihrer Untersuchungen über die Versteinerungen und deren historische Reihenfolge hingestellt, so namentlich der verdienstvolle Bronn, dessen Untersuchungen über die Gestaltungsgesetze[18]) und Entwickelungsgesetze[19]) der Organismen, obwohl wenig gewürdigt, dennoch vortrefflich sind, und die allgemeinste Beachtung verdienen. Die allgemeinen Resultate, zu welchen Bronn bezüglich des Differenzirungs- und Fortschrittsgesetzes auf rein empirischem Wege, durch außerordentlich fleißige, mühsame und sorgfältige Untersuchungen gekommen ist, sind glänzende Bestätigungen für die Wahrheit dieser beiden großen Gesetze, die wir als nothwendige Folgerungen aus der Selectionstheorie ableiten müssen.

Das Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung constatirt auf Grund der paläontologischen Erfahrung die äußerst wichtige Thatsache, daß zu allen Zeiten des organischen Lebens auf der Erde eine beständige Zunahme in der Vollkommenheit der organischen Bildungen stattgefunden hat. Seit jener unvordenklichen Zeit, in welcher

das Leben auf unserem Planeten mit der Urzeugung von Moneren begann, haben sich die Organismen aller Gruppen beständig im Ganzen wie im Einzelnen vervollkommnet und höher ausgebildet. Die stetig zunehmende Mannichfaltigkeit der Lebensformen war stets zugleich vom Fortschritt in der Organisation begleitet. Je tiefer Sie in die Schichten der Erde hinabsteigen, in welchen die Reste der ausgestorbenen Thiere und Pflanzen begraben liegen, je älter die letzteren mithin sind, desto einförmiger, einfacher und unvollkommener sind ihre Gestalten. Dies gilt sowohl von den Organismen im Großen und Ganzen, als von jeder einzelnen größeren oder kleineren Gruppe derselben, abgesehen natürlich von jenen Ausnahmen, die durch Rückbildung einzelner Formen entstehen, und die wir nachher besprechen werden.

Zur Bestätigung dieses Gesetzes will ich Ihnen hier wieder nur die wichtigste von allen Thiergruppen, den Stamm der Wirbelthiere anführen. Die ältesten fossilen Wirbelthierreste, welche wir kennen, gehören der tiefstehenden Fischclasse an. Auf diese folgten späterhin die vollkommneren Amphibien, dann die Reptilien, und endlich in noch viel späterer Zeit die höchstorganisirten Wirbelthierclassen, die Vögel und Säugethiere. Von den letzteren erschienen zuerst nur die niedrigsten und unvollkommensten Formen, ohne Placenta, die Beutelthiere, und viel später wiederum die vollkommneren Säugethiere, mit Placenta. Auch von diesen traten zuerst nur niedere, später höhere Formen auf, und erst in der jüngeren Tertiärzeit entwickelte sich aus den letzteren allmählich der Mensch.

Verfolgen Sie die historische Entwickelung des Pflanzenreichs, so finden Sie hier dasselbe Gesetz bestätigt. Auch von den Pflanzen existirte anfänglich bloß die niedrigste und unvollkommenste Classe, diejenige der Algen oder Tange. Auf diese folgte später die Gruppe der farnkrautartigen Pflanzen oder Filicinen (Farrne, Schafthalme, Schuppenpflanzen u. s. w.). Aber noch existirten keine Blüthenpflanzen oder Phanerogamen. Diese begannen erst später mit den Gymnospermen (Nadelhölzern und Cycadeen), welche in ihrer gan-

zen Bildung tief unter den übrigen Blüthenpflanzen (Angiospermen) stehen, und den Uebergang von jenen farrnkrautartigen Pflanzen zu den Angiospermen vermitteln. Diese letzteren entwickelten sich wiederum viel später, und zwar waren auch hier anfangs bloß kronenlose Blüthenpflanzen (Monocotyledonen und Monochlamydeen), später erst kronenblüthige (Dichlamydeen) vorhanden. Endlich gingen unter diesen wieder die niederen Polypetalen den höheren Gamopetalen voraus. Diese ganze Reihenfolge ist ein unwiderleglicher und handgreiflicher Beweis für das große Gesetz der fortschreitenden Entwickelung der Organismen, welches von denkenden Paläontologen als empirische Thatsache auch längst anerkannt ist.

Fragen wir nun, wodurch diese Thatsache bedingt ist, so kommen wir wiederum, gerade so wie bei der Thatsache der Differenzirung, auf die natürliche Züchtung im Kampf um das Dasein zurück. Wenn Sie noch einmal den ganzen Vorgang der natürlichen Züchtung, wie er durch die verwickelte Wechselwirkung der verschiedenen Vererbungs- und Anpassungsgesetze sich gestaltet, sich vor Augen stellen, so werden Sie als die nächste nothwendige Folge nicht allein die Divergenz des Charakters, sondern auch die Vervollkommnung desselben erkennen. Es ist eine Naturnothwendigkeit, daß die beständige Zunahme der Arbeitstheilung oder Differenzirung im Großen und Ganzen zugleich einen Fortschritt der Organisation, eine Vervollkommnung der organischen Formen in sich schließt. Wir sehen ganz dasselbe in der Geschichte des menschlichen Geschlechts. Auch hier ist es natürlich und nothwendig, daß die fortschreitende Arbeitstheilung beständig die Menschheit fördert, und in jedem einzelnen Zweige der menschlichen Thätigkeit zu neuen Erfindungen und Verbesserungen antreibt. Im Großen und Ganzen beruht der Fortschritt selbst auf der Differenzirung und ist daher gleich dieser eine unmittelbare Folge der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Dasein.

Zwölfter Vortrag.

Entwickelungsgesetze der organischen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie.

Entwickelungsgesetze der Menschheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechanische Ursache dieser beiden Grundgesetze. Fortschritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortschritt. Entstehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogenesis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derselben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menschen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeschichte des Centralnervensystems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Ontogenesis und Phylogenesis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Phylogenesis und der systematischen Entwickelung. Parallelismus der drei organischen Entwickelungsreihen.

Meine Herren! Wenn der Mensch seine Stellung in der Natur begreifen und sein Verhältniß zu der für ihn erkennbaren Erscheinungswelt naturgemäß erfassen will, so ist es durchaus nothwendig, daß er objectiv die menschlichen Erscheinungen mit den außermenschlichen vergleicht, und vor allen mit den thierischen Erscheinungen. Wir haben bereits früher gesehen, daß die ungemein wichtigen physiologischen Gesetze der Vererbung und der Anpassung in ganz gleicher Weise für den menschlichen Organismus, wie für das Reich der

Thiere und Pflanzen ihre Geltung haben, und hier wie dort in Wechselwirkung mit einander stehen. Daher wirkt auch die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein ebenso in der menschlichen Gesellschaft, wie im Leben der Thiere und Pflanzen umgestaltend ein, und ruft hier wie dort immer neue Formen hervor. Ganz besonders wichtig ist diese Vergleichung der menschlichen und der thierischen Umbildungsphänomene bei Betrachtung des Divergenzgesetzes und des Fortschrittsgesetzes, der beiden Grundgesetze, die wir am Ende des letzten Vortrags als unmittelbare und nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben.

Ein vergleichender Ueberblick über die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" zeigt Ihnen zunächst als allgemeinstes Resultat eine beständig zunehmende Mannichfaltigkeit der menschlichen Thätigkeit, im einzelnen Menschenleben sowohl als im Familien- und Staatenleben. Diese Differenzirung oder Sonderung, diese stetig zunehmende Divergenz des menschlichen Charakters und der menschlichen Lebensform wird hervorgebracht durch die immer weiter gehende und tiefer greifende Arbeitstheilung der Individuen. Während die ältesten und niedrigsten Stufen der menschlichen Cultur uns überall nahezu dieselben rohen und einfachen Verhältnisse vor Augen führen, bemerken wir in jeder folgenden Periode der Geschichte eine größere Mannichfaltigkeit in Sitten, Gebräuchen und Einrichtungen bei den verschiedenen Nationen. Die zunehmende Arbeitstheilung bedingt eine steigende Mannichfaltigkeit der Formen in jeder Beziehung. Das spricht sich selbst in der menschlichen Gesichtsbildung aus. Unter den niedersten Volksstämmen gleichen sich die meisten Individuen so sehr, daß die europäischen Reisenden dieselben gewöhnlich gar nicht unterscheiden können. Mit zunehmender Cultur differenzirt sich die Physiognomie der Individuen. Endlich bei den höchst entwickelten Culturvölkern, bei Engländern und Deutschen, geht die Divergenz der Gesichtsbildung bei allen stammverwandten Individuen so weit, daß wir nur selten in die Verlegenheit kommen, zwei Gesichter gänzlich mit einander zu verwechseln.

Als zweites oberstes Grundgesetz tritt uns in der Völkergeschichte das große Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung entgegen. Im Großen und Ganzen ist die Geschichte der Menschheit die Geschichte ihrer fortschreitenden Entwickelung. Freilich kommen überall und zu jeder Zeit Rückschritte im Einzelnen vor, oder es werden schiefe Bahnen des Fortschritts eingeschlagen, welche nur einer einseitigen und äußerlichen Vervollkommnung entgegenführen, und dabei von dem höheren Ziele der inneren und werthvolleren Vervollkommnung sich mehr und mehr entfernen. Allein im Großen und Ganzen ist und bleibt die Entwickelungsbewegung der ganzen Menschheit eine fortschreitende, indem der Mensch sich immer weiter von seinen affenartigen Vorfahren entfernt und immer mehr seinen selbstgesteckten idealen Zielen nähert.

Wenn Sie nun erkennen wollen, durch welche Ursachen eigentlich diese beiden großen Entwickelungsgesetze der Menschheit, das Divergenzgesetz und das Fortschrittsgesetz bedingt sind, so müssen Sie dieselben mit den entsprechenden Entwickelungsgesetzen der Thierheit vergleichen, und Sie werden bei tieferem Eingehen nothwendig zu dem Schlusse kommen, daß sowohl die Erscheinungen wie ihre Ursachen in beiden Fällen ganz dieselben sind. Ebenso in dem Entwickelungsgange der Menschenwelt wie in demjenigen der Thierwelt sind die beiden Grundgesetze der Differenzirung und Vervollkommnung lediglich durch rein mechanische Ursachen bedingt, lediglich die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein.

Vielleicht hat sich Ihnen bei der vorhergehenden Betrachtung die Frage aufgedrängt: „Sind nicht diese beiden Gesetze identisch? Ist nicht immer der Fortschritt nothwendig mit der Divergenz verbunden?" Diese Frage ist oft bejaht worden, und Carl Ernst Bär z. B., einer der größten Forscher im Gebiete der Entwickelungsgeschichte, hat als eines der obersten Gesetze in der Ontogenesis des Thierkörpers den Satz ausgesprochen: „Der Grad der Ausbildung (oder Vervollkommnung) besteht in der Stufe der Sonderung (oder Differenzirung) der Theile"[20]. So richtig dieser Satz im Ganzen ist, so hat er dennoch

keine allgemeine Gültigkeit. Vielmehr zeigt sich in vielen einzelnen Fällen, daß Divergenz und Fortschritt keineswegs durchweg zusammenfallen. Es ist nicht jeder Fortschritt eine Differenzirung, und es ist nicht jede Differenzirung ein Fortschritt.

Was zunächst die Vervollkommnung oder den Fortschritt betrifft, so hat man schon früher, durch rein anatomische Betrachtungen geleitet, das Gesetz aufgestellt, daß allerdings die Vervollkommnung des Organismus größtentheils auf der Arbeitstheilung der einzelnen Organe und Körpertheile beruht, daß es jedoch auch andere organische Umbildungen gibt, welche einen Fortschritt in der Organisation bedingen. Eine solche ist besonders die Zahlverminderung gleichartiger Theile. Wenn Sie z. B. die niederen krebsartigen Gliederthiere, welche sehr zahlreiche Beinpaare besitzen, vergleichen mit den Spinnen, die stets nur vier Beinpaare, und mit den Insecten, die stets nur drei Beinpaare besitzen, so finden Sie dieses Gesetz, für welches eine Masse von Beispielen sich anführen läßt, bestätigt. Die Zahlreduction der Beinpaare ist ein Fortschritt in der Organisation der Gliederthiere. Ebenso ist die Zahlreduction der gleichartigen Wirbelabschnitte des Rumpfes bei den Wirbelthieren ein Fortschritt in deren Organisation. Die Fische und Amphibien mit einer sehr großen Anzahl von gleichartigen Wirbeln sind schon deshalb unvollkommener und niedriger als die Vögel und Säugethiere, bei denen die Wirbel nicht nur im Ganzen viel mehr differenzirt, sondern auch die Zahl der gleichartigen Wirbel viel geringer ist. Nach demselben Gesetze der Zahlverminderung sind ferner die Blüthen mit zahlreichen Staubfäden unvollkommener als die Blüthen der verwandten Pflanzen mit einer geringen Staubfädenzahl u. s. w. Wenn also ursprünglich eine sehr große Anzahl von gleichartigen Theilen im Körper vorhanden war, und wenn diese Zahl im Laufe zahlreicher Generationen allmählich abnahm, so war diese Umbildung eine Vervollkommnung.

Ein anderes Fortschrittsgesetz, welches von der Differenzirung ganz unabhängig, ja sogar dieser gewissermaßen entgegengesetzt er-

scheint, ist das Gesetz der Centralisation. Im Allgemeinen ist der ganze Organismus um so vollkommener, je einheitlicher er organisirt ist, je mehr die Theile dem Ganzen untergeordnet, je mehr die Functionen und ihre Organe centralisirt sind. So ist z. B. das Blutgefäßsystem da am vollkommensten, wo ein centralisirtes Herz da ist. Ebenso ist die zusammengedrängte Markmasse, welche das Rückenmark der Wirbelthiere und das Bauchmark der höheren Gliederthiere bildet, vollkommener, als die decentralisirte Ganglienkette der niederen Gliederthiere und das zerstreute Gangliensystem der Weichthiere. Bei der Schwierigkeit, welche die Erläuterung dieser verwickelten Fortschrittsgesetze im Einzelnen hat, kann ich hier nicht näher darauf eingehen, und muß Sie bezüglich derselben auf Bronn's treffliche „Morphologische Studien" [18]) und auf meine generelle Morphologie verweisen (I, 370, 550; II, 257—266).

Während Sie hier Fortschrittserscheinungen kennen lernten, die ganz unabhängig von der Divergenz sind, so begegnen Sie andrerseits sehr häufig Differenzirungen, welche keine Vervollkommnungen, sondern vielmehr das Gegentheil, Rückschritte sind. Es ist leicht einzusehen, daß die Umbildungen, welche jede Thier- und Pflanzenart erleidet, nicht immer Verbesserungen sein können. Vielmehr sind viele Differenzirungserscheinungen, welche von unmittelbarem Vortheil für den Organismus sind, insofern schädlich, als sie die allgemeine Leistungsfähigkeit desselben beeinträchtigen. Häufig findet ein Rückschritt zu einfacheren Lebensbedingungen und durch Anpassung an dieselben eine Differenzirung in rückschreitender Richtung statt. Wenn z. B. Organismen, die bisher frei lebten, sich an das parasitische Leben gewöhnen, so bilden sie sich dadurch zurück. Solche Thiere, die bisher ein wohlentwickeltes Nervensystem und scharfe Sinnesorgane, sowie freie Bewegung besaßen, verlieren dieselben, wenn sie sich an parasitische Lebensweise gewöhnen; sie bilden sich dadurch mehr oder minder zurück. Hier ist, für sich betrachtet, die Differenzirung ein Rückschritt, obwohl sie für den parasitischen Organismus selbst von Vortheil ist. Im Kampf um's Dasein würde ein solches Thier, das sich

gewöhnt hat, auf Kosten Anderer zu leben, durch Beibehaltung seiner Augen und Bewegungswerkzeuge, die ihm nichts mehr nützen, nur an Material verlieren; und wenn es diese Organe einbüßt, so kommt dafür eine Masse von Ernährungsmaterial, das zur Erhaltung dieser Theile verwandt wurde, anderen Theilen zu Gute. Im Kampf um's Dasein zwischen den verschiedenen Parasiten werden daher diejenigen, welche am wenigsten Ansprüche machen, im Vortheil vor den anderen sein, und dies begünstigt ihre Rückbildung.

Ebenso wie in diesem Falle mit den ganzen Organismen, so verhält es sich auch mit den Körpertheilen des einzelnen Organismus. Auch eine Differenzirung dieser Theile, welche zu einer theilweisen Rückbildung, und schließlich selbst zum Verlust einzelner Organe führt, ist an sich betrachtet ein Rückschritt, kann aber für den Organismus im Kampf um's Dasein von Vortheil sein. Man kämpft leichter und besser, wenn man unnützes Gepäck fortwirft. Daher begegnen wir überall im entwickelteren Thier- und Pflanzenkörper Divergenzprocessen, welche wesentlich die Rückbildung und schließlich den Verlust einzelner Theile bewirken. Hier tritt uns nun vor Allen die höchst wichtige und lehrreiche Erscheinungsreihe der rudimentären oder verkümmerten Organe entgegen.

Sie erinnern sich, daß ich schon im ersten Vortrage diese außerordentlich merkwürdige Erscheinungsreihe als eine der wichtigsten in theoretischer Beziehung hervorgehoben habe, als einen der schlagendsten Beweisgründe für die Wahrheit der Abstammungslehre. Wir bezeichneten als rudimentäre Organe solche Theile des Körpers, die für einen bestimmten Zweck eingerichtet und dennoch ohne Function sind. Ich erinnere Sie an die Augen derjenigen Thiere, welche in Höhlen oder unter der Erde im Dunkeln leben, und daher niemals ihre Augen gebrauchen können. Bei diesen Thieren finden wir unter der Haut versteckt wirkliche Augen, oft gerade so gebildet wie die Augen der wirklich sehenden Thiere; und dennoch functioniren diese Augen niemals, und können nicht functioniren, schon einfach aus dem Grunde, weil dieselben von dem undurchsichtigen Felle überzogen sind und da-

her kein Lichtstrahl in sie hineinfällt (vergl. oben S. 11). Bei den Vorfahren dieser Thiere, welche frei am Tageslichte lebten, waren die Augen wohl entwickelt, von der durchsichtigen Hornhaut überzogen und dienten wirklich zum Sehen. Aber als sie sich nach und nach an unterirdische Lebensweise gewöhnten, sich dem Tageslicht entzogen und ihre Augen nicht mehr brauchten, wurden dieselben rückgebildet.

Sehr anschauliche Beispiele von rudimentären Organen sind ferner die Flügel von Thieren, welche nicht fliegen können, z. B. unter den Vögeln die Flügel der straußartigen Laufvögel, (Strauß, Casuar u. s. w.), bei welchen sich die Beine außerordentlich entwickelt haben. Diese Vögel haben sich das Fliegen abgewöhnt und haben dadurch den Gebrauch der Flügel verloren; allein die Flügel sind noch da, obwohl in verkümmerter Form. Sehr häufig finden Sie solche verkümmerte Flügel in der Klasse der Insecten, von denen die meisten fliegen können. Aus vergleichend anatomischen und anderen Gründen können wir mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß alle jetzt lebenden Insecten (alle Netzflügler, Heuschrecken, Käfer, Bienen, Wanzen, Fliegen, Schmetterlinge u. s. w.) von einer einzigen gemeinsamen Elternform, einem Stamminsect abstammen, welches zwei entwickelte Flügelpaare und drei Beinpaare besaß. Nun giebt es aber sehr zahlreiche Insecten, bei denen entweder eines oder beide Flügelpaare mehr oder minder rückgebildet, und viele, bei denen sie sogar völlig verschwunden sind. In der ganzen Ordnung der Fliegen oder Dipteren z. B. ist das hintere Flügelpaar, bei den Drehflüglern oder Strepsipteren dagegen das vordere Flügelpaar verkümmert oder ganz verschwunden. Außerdem finden Sie in jeder Insectenordnung einzelne Gattungen oder Arten, bei denen die Flügel mehr oder minder rückgebildet oder verschwunden sind. Insbesondere ist letzteres bei Parasiten der Fall. Oft sind die Weibchen flügellos, während die Männchen geflügelt sind, z. B. bei den Leuchtkäfern oder Johanniskäfern (Lampyris), bei den Strepsipteren u. s. w. Offenbar ist diese theilweise oder gänzliche Rückbildung der Insectenflügel durch natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein entstanden. Denn wir finden die In-

secten vorzugsweise dort ohne Flügel, wo das Fliegen ihnen nutzlos oder sogar entschieden schädlich sein würde. Wenn z. B. Insecten, welche Inseln bewohnen, viel und gut fliegen, so kann es leicht vorkommen, daß sie beim Fliegen durch den Wind in das Meer geweht werden, und wenn (wie es immer der Fall ist) das Flugvermögen individuell verschieden entwickelt ist, so haben die schlechtfliegenden Individuen einen Vorzug vor den gutfliegenden; sie werden weniger leicht in das Meer geweht, und bleiben länger am Leben als die gutfliegenden Individuen derselben Art. Im Verlaufe vieler Generationen muß durch die Wirksamkeit der natürlichen Züchtung dieser Umstand nothwendig zu einer vollständigen Verkümmerung der Flügel führen. Wenn man sich diesen Schluß rein theoretisch entwickelt hätte, so könnte man nur befriedigt sein, thatsächlich denselben bewahrheitet zu finden. In der That ist auf isolirt gelegenen Inseln das Verhältniß der flügellosen Insecten zu den mit Flügeln versehenen ganz auffallend groß, viel größer als bei den Insecten des Festlandes. So sind z. B. nach Wollaston von den 550 Käferarten, welche die Insel Madeira bewohnen, 200 flügellos oder mit so unvollkommenen Flügeln versehen, daß sie nicht mehr fliegen können; und von 29 Gattungen, welche jener Insel ausschließlich eigenthümlich sind, enthalten nicht weniger als 23 nur solche Arten. Offenbar ist dieser merkwürdige Umstand nicht durch die besondere Weisheit des Schöpfers zu erklären, sondern durch die natürliche Züchtung, indem hier der erbliche Nichtgebrauch der Flügel, die Abgewöhnung des Fliegens im Kampf mit den gefährlichen Winden, den fauleren Käfern einen großen Vortheil im Kampf um's Dasein gewährte. Bei anderen flügellosen Insecten war der Flügelmangel aus anderen Gründen vortheilhaft. An sich betrachtet ist der Verlust der Flügel ein Rückschritt; aber für den Organismus unter diesen besonderen Lebensverhältnissen ist er ein Fortschritt, ein Vortheil im Kampf um's Dasein.

Von anderen rudimentären Organen will ich hier noch beispielsweise die Lungen der Schlangen und der schlangenartigen Eidechsen erwähnen. Alle Wirbelthiere, welche Lungen besitzen, Amphibien,

Reptilien, Vögel und Säugethiere, haben ein Paar Lungen, eine rechte und eine linke. Da aber, wo der Körper sich außerordentlich verdünnt und in die Länge streckt, wie bei den Schlangen und schlangenartigen Eidechsen, hat die eine Lunge neben der anderen nicht mehr Platz, und es ist für den Mechanismus der Athmung ein offenbarer Vortheil, wenn nur eine Lunge entwickelt ist. Eine einzige große Lunge leistet hier mehr, als zwei kleine neben einander, und daher finden wir bei diesen Thieren fast durchgängig die rechte oder die linke Lunge allein ausgebildet. Die andere ist ganz verkümmert, obwohl als unnützes Rudiment vorhanden. Ebenso ist bei allen Vögeln der rechte Eierstock verkümmert und ohne Function; der linke Eierstock allein ist entwickelt und liefert alle Eier.

Daß auch der Mensch solche ganz unnütze und überflüssige rudimentäre Organe besitzt, habe ich bereits im ersten Vortrage erwähnt, und damals die Muskeln, welche die Ohren bewegen, als solche angeführt. Außerdem gehört hierher das Rudiment des Schwanzes, welches der Mensch in seinen 3—5 Schwanzwirbeln besitzt, und welches beim menschlichen Embryo während der beiden ersten Monate der Entwickelung noch frei hervorsteht (Vgl. S. 240 b, c, Fig. Bs und Ds). Späterhin verwächst es vollständig. Dieses verkümmerte Schwänzchen des Menschen ist ein unwiderleglicher Zeuge für die unleugbare Thatsache, daß er von geschwänzten Voreltern abstammt. Beim Weibe ist das Schwänzchen gewöhnlich um einen Wirbel länger, als beim Manne. Auch rudimentäre Muskeln sind am Schwanze des Menschen noch vorhanden, welche denselben vormals bewegten.

Ein anderes rudimentäres Organ des Menschen, welches aber bloß dem Manne zukommt, und welches ebenso bei sämmtlichen männlichen Säugethieren sich findet, sind die Milchdrüsen an der Brust, welche in der Regel bloß beim weiblichen Geschlechte in Thätigkeit treten. Indessen kennt man von verschiedenen Säugethieren, namentlich vom Menschen, vom Schafe und von der Ziege, einzelne Fälle, in denen die Milchdrüsen auch beim männlichen Geschlechte wohl entwickelt waren und Milch zur Ernährung des Jungen lieferten. Daß

auch die rudimentären Ohrenmuskeln des Menschen von einzelnen Personen in Folge andauernder Uebung noch zur Bewegung der Ohren verwendet werden können, wurde bereits früher erwähnt (S. 10). Ueberhaupt sind die rudimentären Organe bei verschiedenen Individuen derselben Art oft sehr verschieden entwickelt, bei den einen ziemlich groß, bei den anderen sehr klein. Dieser Umstand ist für ihre Erklärung sehr wichtig, ebenso wie der andere Umstand, daß sie allgemein bei den Embryonen, oder überhaupt in früher Lebenszeit, viel größer und stärker im Verhältniß zum übrigen Körper sind, als bei den ausgebildeten und erwachsenen Organismen. Insbesondere ist dies leicht nachzuweisen an den rudimentären Geschlechtsorganen der Pflanzen (Staubfäden und Griffeln), welche ich früher bereits angeführt habe (S. 12). Diese sind verhältnißmäßig viel größer in der jungen Blüthenknospe als in der entwickelten Blüthe.

Schon damals (S. 13) bemerkte ich, daß die rudimentären oder verkümmerten Organe zu den stärksten Stützen der monistischen oder mechanistischen Weltanschauung gehören. Wenn die Gegner derselben, die Dualisten und Teleologen, das ungeheure Gewicht dieser Thatsachen begriffen, müßten sie dadurch zur Verzweiflung gebracht werden. Die lächerlichen Erklärungsversuche derselben, daß die rudimentären Organe vom Schöpfer „der Symmetrie halber" oder „zur formalen Ausstattung" oder „aus Rücksicht auf seinen allgemeinen Schöpfungsplan" den Organismen verliehen seien, beweisen zur Genüge die völlige Ohnmacht jener verkehrten Weltanschauung. Ich muß hier wiederholen, daß, wenn wir auch gar Nichts von den übrigen Entwickelungserscheinungen wüßten, wir ganz allein schon auf Grund der rudimentären Organe die Descendenztheorie für wahr halten müßten. Kein Gegner derselben hat vermocht, auch nur einen schwachen Schimmer von einer annehmbaren Erklärung auf diese äußerst merkwürdigen und bedeutenden Erscheinungen fallen zu lassen. Es gibt beinahe keine irgend höher entwickelte Thier- oder Pflanzenform, die nicht irgend welche rudimentäre Organe hätte, und fast immer läßt sich nachweisen, daß dieselben Producte der natürlichen Züchtung

sind, daß sie durch Nichtgebrauch oder durch Abgewöhnung verkümmert sind. Es ist der umgekehrte Bildungsprozeß, wie wenn neue Organe durch Angewöhnung an besondere Lebensbedingungen und durch Gebrauch eines noch unentwickelten Theiles entstehen. Es wird zwar gewöhnlich von unsern Gegnern behauptet, daß die Entstehung ganz neuer Theile ganz und gar nicht durch die Descendenztheorie zu erklären sei. Indessen kann ich Ihnen versichern, daß diese Erklärung für denjenigen, der vergleichend-anatomische und physiologische Kenntnisse besitzt, nicht die mindeste Schwierigkeit hat. Jeder, der mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte vertraut ist, findet in der Entstehung ganz neuer Organe ebenso wenig Schwierigkeit, als hier auf der anderen Seite in dem völligen Schwunde der rudimentären Organe. Das Vergehen der letzteren ist an sich betrachtet das Gegentheil vom Entstehen der ersteren. Beide Prozesse sind Differenzirungserscheinungen, die wir gleich allen übrigen ganz einfach und mechanisch aus der Wirksamkeit der natürlichen Züchtung im Kampf um das Dasein erklären können.

Die unendlich wichtige Betrachtung der rudimentären Organe und ihrer Entstehung, die Vergleichung ihrer paläontologischen und ihrer embryologischen Entwickelung führt uns jetzt naturgemäß zur Erwägung einer der wichtigsten und größten biologischen Erscheinungsreihen, nämlich des Parallelismus, welchen uns die Fortschritts- und Divergenzerscheinungen in dreifach verschiedener Beziehung darbieten. Als wir im Vorhergehenden von Vervollkommnung und Arbeitstheilung sprachen, verstanden wir darunter diejenigen Fortschritts- und Sonderungsbewegungen, und diejenigen dadurch bewirkten Umbildungen, welche in dem langen und langsamen Verlaufe der Erdgeschichte zu einer beständigen Veränderung der Flora und Fauna, zu einem Entstehen neuer und Vergehen alter Thier- und Pflanzenarten geführt haben. Ganz denselben Erscheinungen des Fortschritts und der Differenzirung begegnen wir nun aber auch, und zwar in derselben Reihenfolge, wenn wir die Entstehung, die Entwickelung und den Lebenslauf jedes einzelnen organischen Individuums verfolgen. Die indivi-

duelle Entwickelung oder die Ontogenesis jedes einzelnen Organismus vom Ei an aufwärts bis zur vollendeten Form, besteht in nichts Anderem, als im Wachsthum und in einer Reihe von Differenzirungs- und Fortschrittsbewegungen. Dies gilt in gleicher Weise von den Thieren, wie von den Pflanzen und Protisten. Wenn Sie z. B. die Ontogenie irgend eines Säugethiers, des Menschen, des Affen oder des Beutelthiers betrachten, oder die individuelle Entwickelung irgend eines anderen Wirbelthiers aus einer anderen Klasse verfolgen, so finden Sie überall wesentlich dieselben Erscheinungen. Jedes dieser Thiere entwickelt sich ursprünglich aus einer einfachen Zelle, dem Ei. Diese Zelle vermehrt sich durch Theilung, bildet einen Zellenhaufen, und durch Wachsthum dieses Zellenhaufens, durch ungleichartige Ausbildung der ursprünglich gleichartigen Zellen, durch Arbeitstheilung und Vervollkommnung derselben, entsteht der vollkommene Organismus, dessen Zusammensetzung wir bewundern.

Hier scheint es mir nun unerläßlich, Ihre Aufmerksamkeit etwas eingehender auf jene unendlich wichtigen und interessanten Vorgänge hinzulenken, welche die Ontogenesis oder die individuelle Entwickelung der Organismen, und ganz vorzüglich diejenige der Wirbelthiere mit Einschluß des Menschen begleiten. Ich möchte diese außerordentlich merkwürdigen und lehrreichen Erscheinungen ganz besonders Ihrem eingehendsten Nachdenken empfehlen, einerseits, weil dieselben zu den stärksten Stützen der Descendenztheorie gehören, andrerseits, weil dieselben bisher nur von Wenigen in ihrer unermeßlichen allgemeinen Bedeutung gewürdigt worden sind.

Man muß in der That erstaunen, wenn man die tiefe Unkenntniß erwägt, welche noch gegenwärtig in den weitesten Kreisen über die Thatsachen der individuellen Entwickelung des Menschen und der Organismen überhaupt herrscht. Diese Thatsachen, deren allgemeine Bedeutung man nicht hoch genug anschlagen kann, wurden in ihren wichtigsten Grundzügen schon vor mehr als einem Jahrhundert, im Jahre 1759, von dem großen deutschen Naturforscher Caspar Friedrich Wolff in seiner klassischen „Theoria generationis“

festgestellt. Aber gleichwie Lamarck's 1809 begründete Descendenztheorie ein halbes Jahrhundert hindurch schlummerte und erst 1859 durch Darwin zu neuem unsterblichem Leben erweckt wurde, so blieb auch Wolff's Theorie der Epigenesis fast ein halbes Jahrhundert hindurch unbekannt, und erst nachdem Oken 1806 seine Entwickelungsgeschichte des Darmkanals veröffentlicht und Meckel 1812 Wolffs Arbeit über denselben Gegenstand in's Deutsche übersetzt hatte, wurde Wolff's Theorie der Epigenesis allgemeiner bekannt, und die Grundlage aller folgenden Untersuchungen über individuelle Entwickelungsgeschichte. Das Studium der Ontogenesis nahm nun einen mächtigen Aufschwung, und bald erschienen die klassischen Untersuchungen der beiden Freunde Christian Pander (1817) und Carl Ernst Bär (1819). Insbesondere wurde durch Bär's epochemachende „Entwickelungsgeschichte der Thiere“[20]) die Ontogenie der Wirbelthiere in allen ihren wichtigsten Thatsachen durch so vortreffliche Beobachtungen festgestellt, und durch so vorzügliche philosophische Reflexionen erläutert, daß sie für das Verständniß dieser wichtigsten Thiergruppe, zu welcher ja auch der Mensch gehört, die unentbehrliche Grundlage wurde. Jene Thatsachen würden für sich allein schon ausreichen, die Frage von der Stellung des Menschen in der Natur und somit das höchste aller Probleme zu lösen. Betrachten Sie aufmerksam und vergleichend die sechs Figuren, welche auf den nachstehenden Tafeln (S. 240 b, c) abgebildet sind, und Sie werden erkennen, daß man die philosophische Bedeutung der Embryologie nicht hoch genug anschlagen kann.

Nun darf man wohl fragen: Was wissen unsere sogenannten „gebildeten“ Kreise, die auf die hohe Cultur des neunzehnten Jahrhunderts sich so Viel einbilden, von diesen wichtigsten biologischen Thatsachen, von diesen unentbehrlichen Grundlagen für das Verständniß ihres eigenen Organismus? Was wissen unsere speculativen Philosophen und Theologen davon, welche durch reine Speculationen oder durch göttliche Inspirationen das Verständniß des menschlichen Organismus gewinnen zu können meinen? Ja was wissen selbst die

meisten Naturforscher davon, die Mehrzahl der sogenannten „Zoologen" (mit Einschluß der Entomologen!) nicht ausgenommen?

Die Antwort auf diese Frage fällt sehr beschämend aus, und wir müssen wohl oder übel eingestehen, daß jene unschätzbaren Thatsachen der menschlichen Ontogenie noch heute den Meisten entweder ganz unbekannt sind, oder doch keineswegs in gebührender Weise gewürdigt werden. Hierbei werden wir deutlich gewahr, auf welchem schiefen und einseitigen Wege sich die vielgerühmte Bildung des neunzehnten Jahrhunderts noch gegenwärtig befindet. Unwissenheit und Aberglauben sind die Grundlagen, auf denen sich die meisten Menschen das Verständniß ihres eigenen Organismus und seiner Beziehungen zur Gesammtheit der Dinge aufbauen, und jene handgreiflichen Thatsachen der Entwickelungsgeschichte, welche das Licht der Wahrheit darüber verbreiten könnten, werden ignorirt. Allerdings sind diese Thatsachen nicht geeignet, Wohlgefallen bei denjenigen zu erregen, welche einen durchgreifenden Unterschied zwischen dem Menschen und der übrigen Natur annehmen und namentlich den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts nicht zugeben wollen. Insbesondere müssen bei denjenigen Völkern, bei denen in Folge von falscher Auffassung der Erblichkeitsgesetze eine erbliche Kasteneintheilung existirt, die Mitglieder der herrschenden privilegirten Kasten dadurch sehr unangenehm berührt werden. Bekanntlich geht heute noch in vielen Culturländern die erbliche Abstufung der Stände so weit, daß z. B. der Adel ganz anderer Natur, als der Bürgerstand zu sein glaubt, und daß Edelleute, welche ein entehrendes Verbrechen begehen, zur Strafe dafür aus der Adelskaste ausgestoßen und in die Pariakaste des „gemeinen" Bürgerstandes hinabgeschleudert werden. Was sollen diese Edelleute noch von dem Vollblut, das in ihren privilegirten Adern rollt, denken, wenn sie erfahren, daß alle menschlichen Embryonen, adelige ebenso wie bürgerliche, während der ersten beiden Monate der Entwickelung von den geschwänzten Embryonen des Hundes und anderer Säugethiere kaum zu unterscheiden sind? (Fig. A — D auf beistehenden Tafeln).

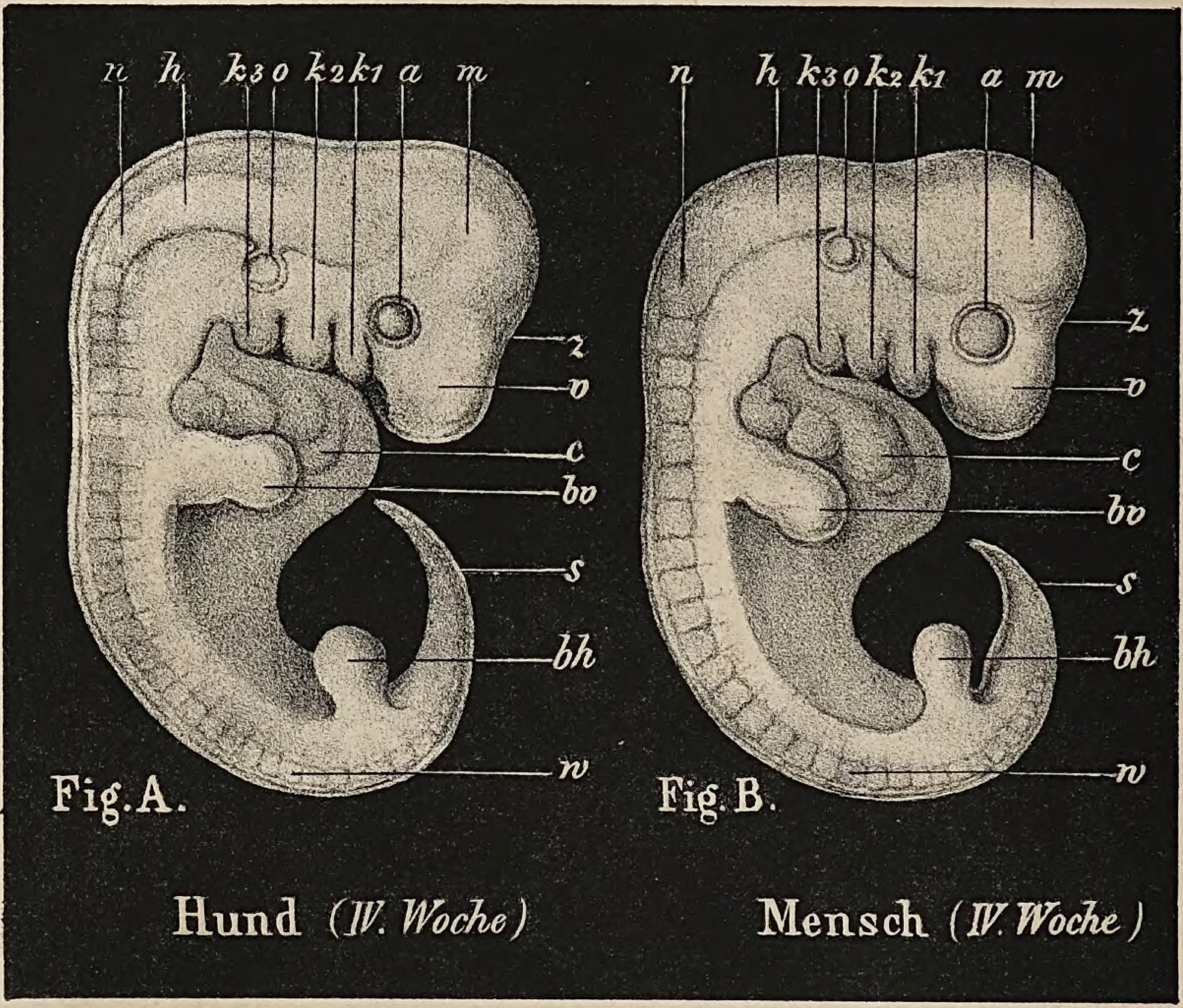


Fig. *A*. Keim des Hundes, 5‴ lang (aus der vierten Woche). Fig. *B*. Keim des Menschen, 5‴ lang (aus der vierten Woche). Fig. *C*. Keim des Hundes, 8½‴ lang (aus der sechsten Woche). Fig. *D*. Keim des Menschen, 8½‴ lang (aus der achten Woche). Fig. *E*. Keim der Schildkröte, 7‴ lang (aus der sechsten Woche). Fig. *F*. Keim des Huhns, 7‴ lang (acht Tage alt). Fig. *A* und *B* sind 5mal, Fig. *C*—*F* 4mal vergrössert. Die Buchstaben haben in allen sechs Figuren dieselbe Bedeutung. *v* Vorderhirn. *z* Zwischenhirn. *m* Mittelhirn. *h* Hinterhirn. *n* Nachhirn. *r* Rückenmark. *a* Auge. *o* Ohr. *k* 1, *k* 2, *k* 3 erster, zweiter und dritter Kiemenbogen. *w* Wirbel. *c* Herz. *bv* Vorderbein. *bh* Hinterbein. *s* Schwanz.

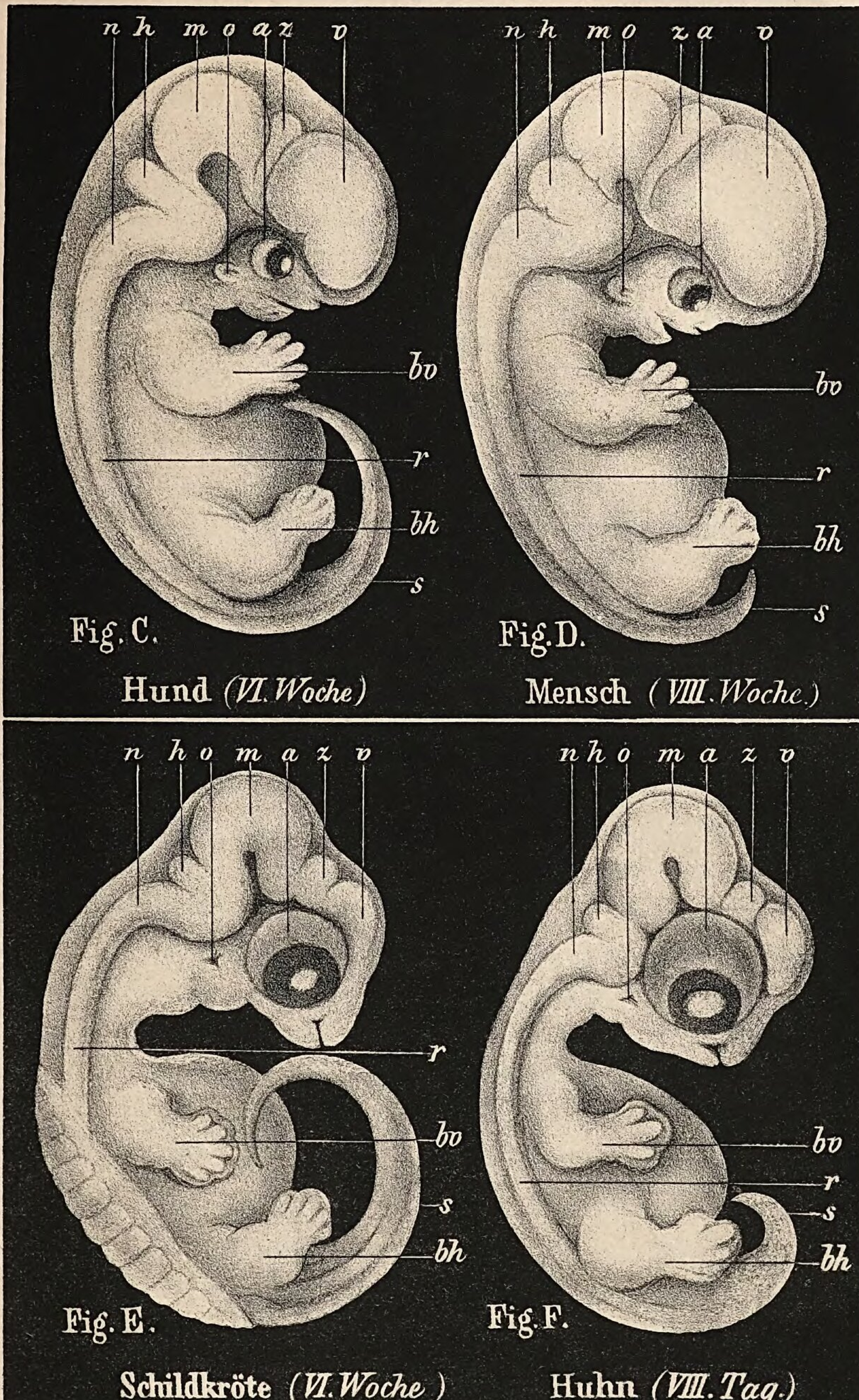


Fig. C. Hund (VI. Woche)

Fig. D. Mensch (VIII. Woche.)

Fig. E. Schildkröte (VI. Woche)

Fig. F. Huhn (VIII. Tag.)

Da die Absicht dieser Vorträge lediglich ist, die allgemeine Kenntniß der natürlichen Wahrheiten zu fördern, und eine naturgemäße Anschauung von den Beziehungen des Menschen zur übrigen Natur in weiteren Kreisen zu verbreiten, so werden Sie es hier gewiß gerechtfertigt finden, wenn ich jene weit verbreiteten Vorurtheile von einer privilegirten Ausnahmestellung des Menschen in der Schöpfung nicht berücksichtige, und Ihnen einfach die embryologischen Thatsachen vorführe, aus denen Sie selbst sich die Schlüsse von der Grundlosigkeit jener Vorurtheile bilden können. Ich möchte Sie um so mehr bitten, über diese Thatsachen der Ontogenie eingehend nachzudenken, als es meine feste Ueberzeugung ist, daß die allgemeine Kenntniß derselben nur die Veredelung und die Vervollkommnung des Menschengeschlechts fördern kann.

Aus dem unendlich reichen und interessanten Erfahrungsmaterial, welches in der Ontogenie oder individuellen Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere vorliegt, beschränke ich mich hier darauf, Ihnen einige von denjenigen Thatsachen vorzuführen, welche sowohl für die Descendenztheorie im Allgemeinen, als für deren besondere Anwendung auf den Menschen von der höchsten Bedeutung sind. Der Mensch ist im Beginn seiner individuellen Existenz ein einfaches Ei, eine einzige kleine Zelle, so gut wie jeder andere thierische Organismus, welcher auf dem Wege der geschlechtlichen Zeugung entsteht. Das menschliche Ei ist wesentlich demjenigen aller anderen Säugethiere gleich, und höchstens durch seine Größe um ein Geringes davon verschieden. Vergleichen Sie das Ei des Menschen (Fig. 5) mit demjenigen des Affen (Fig. 6) und des Hundes (Fig. 7), und Sie werden keinerlei Unterschied daran wahrnehmen können. Auch die Größe des Eies ist bei den meisten Säugethieren dieselbe wie beim Menschen, nämlich ungefähr $\frac{1}{10}'''$ Durchmesser, der 120ste Theil eines Zolles, so daß man das Ei unter günstigen Umständen mit bloßem Auge eben als ein feines Pünktchen wahrnehmen kann. Die Unterschiede, welche zwischen den Eiern der verschiedenen Säugethiere und Menschen wirklich vorhanden sind, bestehen nicht in der Formbildung, sondern in der chemischen

Mischung, in der molekularen Zusammensetzung der eiweißartigen Kohlenstoffverbindung, aus welcher das Ei wesentlich besteht. Diese feinen individuellen Unterschiede aller Eier, welche auf der indirecten oder potentiellen Anpassung (und zwar speciell auf dem Gesetze der individuellen Anpassung) beruhen, sind zwar für die außerordentlich groben Erkenntnißmittel des Menschen nicht direct sinnlich wahrnehmbar, aber durch indirecte Schlüsse als die ersten Ursachen des Unterschiedes aller Individuen erkennbar.

Fig. 5.

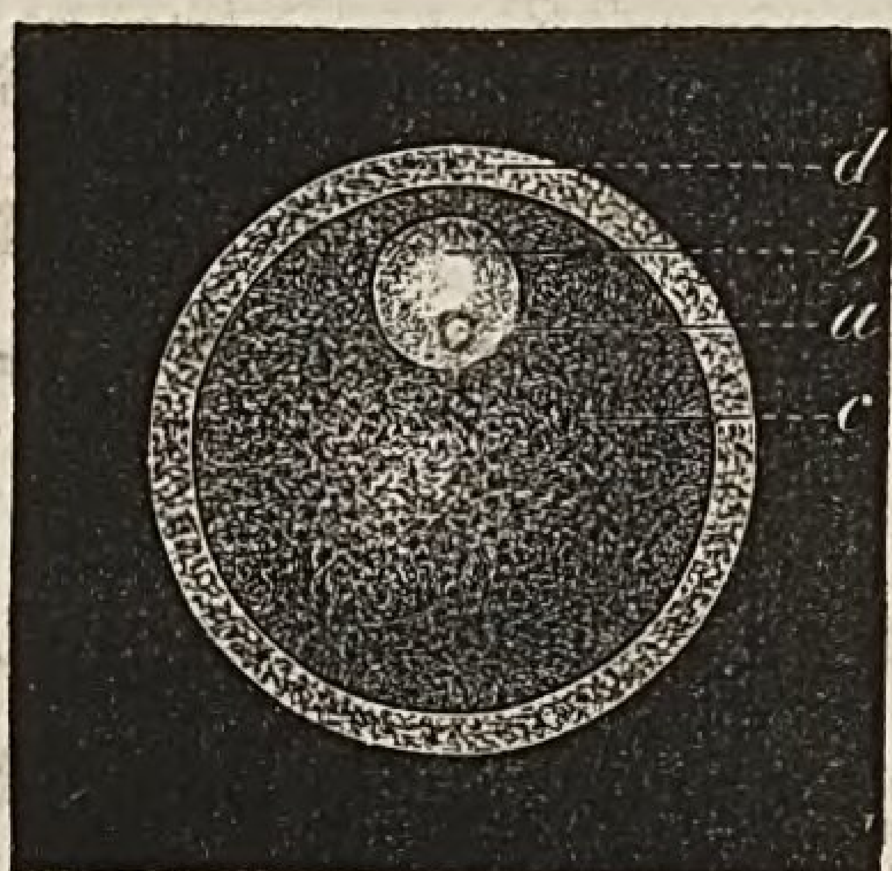


Fig. 6.

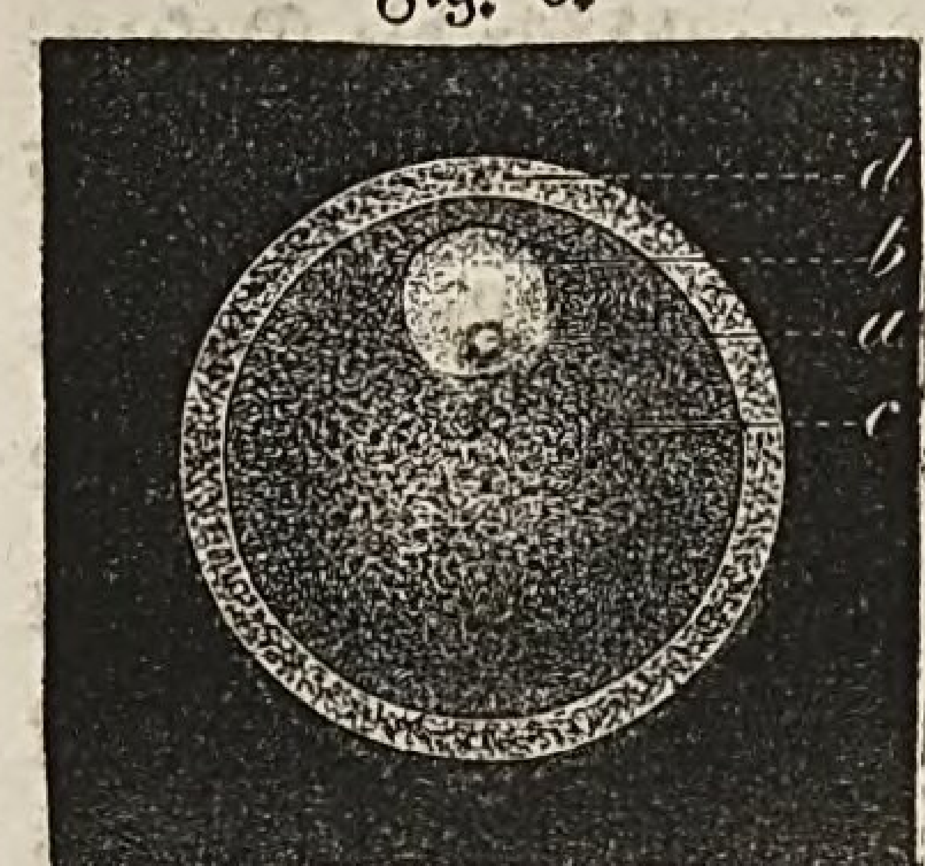


Fig. 7.

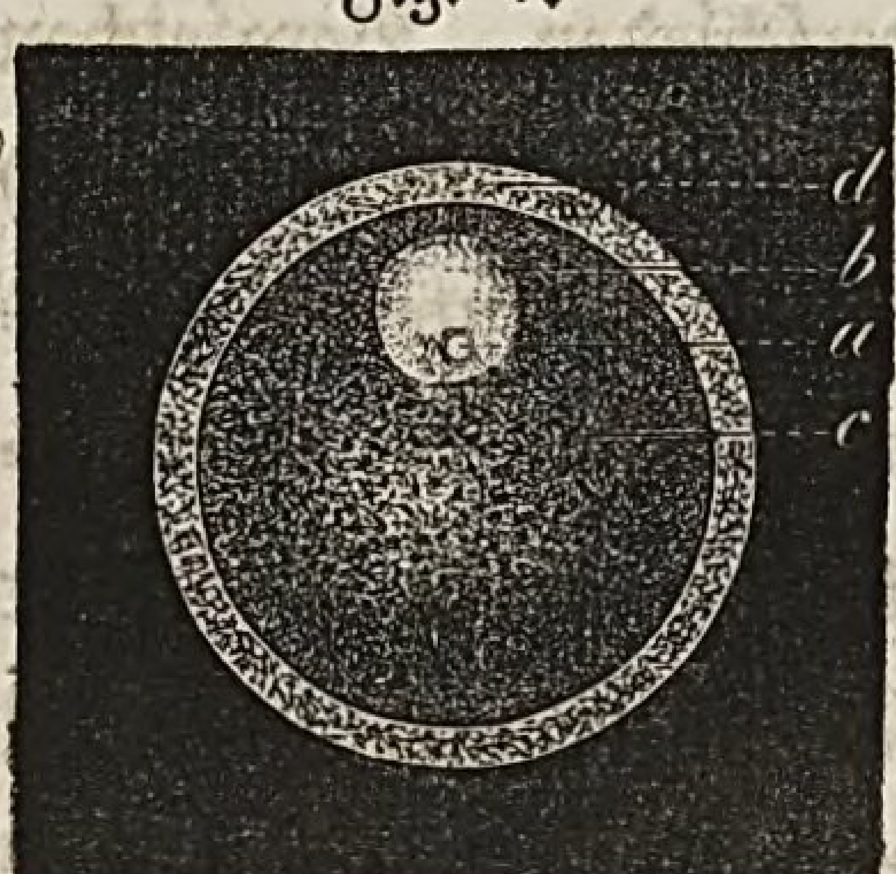


Fig. 5. Das Ei des Menschen. Fig. 6. Das Ei des Affen. Fig. 7. Das Ei des Hundes. Alle drei Eier sind hundertmal vergrößert. Die Buchstaben bedeuten in allen drei Figuren dasselbe: *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (sogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (sogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellstoff oder Protoplasma (sogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchsichtigkeit Zona pellucida genannt). Bei sehr starker Vergrößerung erscheint die Dotterhaut des Säugethiereies von sehr feinen und zahlreichen Kanälen in radialer oder strahliger Richtung durchsetzt.

Das Ei des Menschen ist, wie das aller anderen Säugethiere, ein kugeliges Bläschen, welches alle wesentlichen Bestandtheile einer einfachen organischen Zelle enthält (Fig. 5—7). Der wesentlichste Theil desselben ist der schleimartige *Zellstoff* oder das Protoplasma (c), welches beim Ei „Dotter" genannt wird, und der davon umschlossene *Zellenkern* oder Nucleus (b), welcher hier den besonderen Namen des „Keimbläschens" führt. Der letztere ist ein zartes, glashelles Eiweißkügelchen von ungefähr $\frac{1}{50}$''' Durchmesser, und umschließt noch ein viel kleineres, scharf abgegrenztes rundes Körnchen (a), das *Kernkörper*-

chen oder den Nucleolus der Zelle (beim Ei „Keimfleck“ genannt). Nach außen ist die kugelige Eizelle des Säugethiers durch eine dicke, glasartig durchsichtige Haut, die Zellenmembran oder Dotterhaut, abgeschlossen, welche hier den besonderen Namen der Zona pellucida führt (d). Die Eier vieler niederen Thiere (z. B. vieler Medusen) sind dagegen nackte Zellen, indem ihnen die äußere Hülle oder die Zellenmembran fehlt.

Sobald das Ei (Ovulum) des Säugethiers seinen vollen Reifegrad erlangt hat, tritt dasselbe aus dem Eierstock des Weibes, in dem es entstand, heraus, und gelangt in den Eileiter und durch diese enge Röhre in den weiteren Keimbehälter oder Fruchtbehälter (Uterus). Wird inzwischen das Ei durch den entgegenkommenden männlichen Samen (Sperma) befruchtet, so entwickelt es sich in diesem Behälter weiter zum Keim (Embryo), und verläßt denselben nicht eher, als bis der Keim vollkommen ausgebildet und fähig ist, als junges Säugethier durch den Geburtsakt in die Welt zu treten.

Die Formveränderungen und Umbildungen, welche das befruchtete Ei innerhalb des Keimbehälters durchlaufen muß, ehe es die Gestalt des jungen Säugethiers annimmt, sind äußerst merkwürdig, und verlaufen vom Anfang an beim Menschen ganz ebenso wie bei den übrigen Säugethieren. Zunächst benimmt sich das befruchtete Säugethierei gerade so, wie ein einzelliger Organismus, welcher sich auf seine Hand selbstständig fortpflanzen und vermehren will, z. B. eine Amoebe (Vergl. Fig. 2, S. 145). Die einfache Eizelle zerfällt nämlich durch den Proceß der Zellentheilung, welchen ich Ihnen bereits früher beschrieben habe, in zwei Zellen. Zunächst entstehen aus dem Keimfleck (dem Kernkörperchen der ursprünglichen einfachen Eizelle) zwei neue Kernkörperchen und ebenso dann aus dem Keimbläschen (dem Nucleus) zwei neue Zellenkerne. Nun erst schnürt sich das kugelige Protoplasma durch eine Aequatorialfurche dergestalt in zwei Hälften ab, daß jede Hälfte einen der beiden Kerne nebst Kernkörperchen umschließt. So sind aus der einfachen Eizelle inner-

halb der ursprünglichen Zellenmembran zwei nackte Zellen geworden (Fig. 8 A).

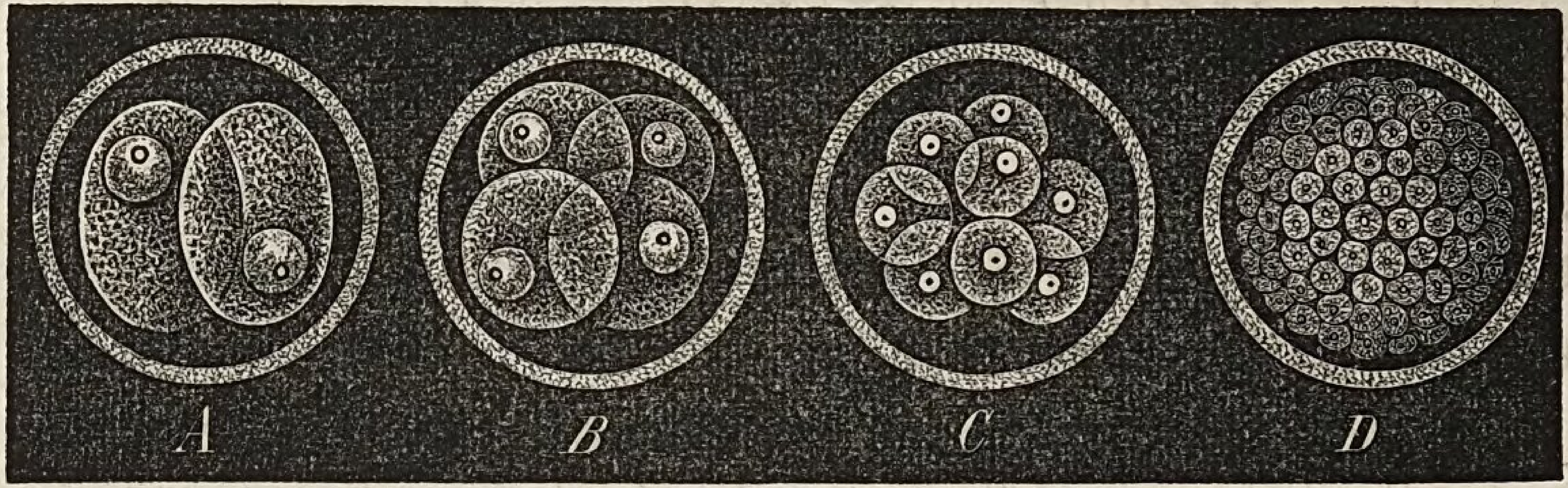


Fig. 8. Erster Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). Fig. 8 *A*. Das Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. Fig 8 *B*. Diese zerfallen durch Halbirung in 4 Zellen. Fig. 8 *C*. Diese letzteren sind in 8 Zellen zerfallen. Fig. 8 *D*. Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden.

Derselbe Vorgang der Zellentheilung wiederholt sich nun mehrmals hinter einander. In der gleichen Weise entstehen aus zwei Zellen (Fig. 8 A) vier (Fig. 8 B); aus vier werden acht (Fig. 8 C), aus acht sechzehn, aus diesen zweiunddreißig u. s. w. Jedesmal geht die Theilung des Kernkörperchens derjenigen des Kernes, und diese wiederum derjenigen des Zellstoffs oder Protoplasma vorher. Weil die Theilung des letzteren immer mit der Bildung einer oberflächlichen ringförmigen Furche beginnt, nennt man den ganzen Vorgang gewöhnlich die Furchung des Eies, und die Producte desselben, die kleinen, durch fortgesetzte Zweitheilung entstehenden Zellen die Furchungskugeln. Indessen ist der ganze Vorgang weiter Nichts als eine einfache und wiederholte Zellentheilung, und die Producte desselben sind echte, nackte Zellen. Schließlich entsteht aus der fortgesetzten Theilung oder „Furchung" des Säugethiereies eine maulbeerförmige oder brombeerförmige Kugel, welche aus sehr zahlreichen kleinen Kugeln, nackten kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 8 D). Diese Zellen sind die Bausteine, aus denen sich der Leib des jungen Säugethiers aufbaut. Jeder von uns war einmal eine solche einfache, brombeerförmige, aus lauter kleinen gleichen Zellen zusammengesetzte Kugel.

Die weitere Entwickelung des kugeligen Zellenhaufens, welcher den jungen Säugethierkörper jetzt repräsentirt, besteht zunächst darin, daß derselbe sich in eine kugelige Blase verwandelt, indem im Inneren sich Flüssigkeit ansammelt. Diese Blase nennt man Keimblase (Vesicula blastodermica). Die Wand derselben ist anfangs aus lauter gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Bald aber entsteht an einer Stelle der Wand eine scheibenförmige Verdickung, indem sich hier die Zellen rasch vermehren; und diese Verdickung ist nun die Anlage für den eigentlichen Leib des Keims oder Embryo, während der übrige Theil der Keimblase bloß zur Ernährung des Embryo verwendet wird. Die verdickte Scheibe der Embryonalanlage nimmt bald eine länglich runde und dann, indem rechter und linker Seitenrand ausgeschweift werden, eine geigenförmige oder bisquitförmige Gestalt an (Fig. 9, S. 248). In diesem Stadium der Entwickelung, in der ersten Anlage des Keims oder Embryo, sind nicht allein alle Säugethiere mit Inbegriff des Menschen, sondern sogar alle Wirbelthiere überhaupt, alle Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische, entweder gar nicht oder nur durch ihre Größe, oder durch höchst unbedeutende Merkmale in Form und äußerem Umriß von einander zu unterscheiden. Bei Allen besteht der ganze Leib aus weiter Nichts, als aus einer ganz einfachen, länglichrunden, ovalen oder geigenförmigen, dünnen Scheibe, welche aus drei über einander liegenden, eng verbundenen Blättern zusammengesetzt ist. Jedes dieser drei Keimblätter besteht aus weiter Nichts, als aus gleichartigen Zellen; jedes hat aber eine andere Bedeutung für den Aufbau des Wirbelthierkörpers. Aus dem oberen oder äußeren Keimblatt entsteht bloß die äußere Oberhaut (Epidermis) nebst den Centraltheilen des Nervensystems (Rückenmark und Gehirn); aus dem unteren oder inneren Blatt entsteht bloß die innere zarte Haut (Epithelium), welche den ganzen Darmcanal vom Mund bis zum After, nebst allen seinen Anhangsdrüsen (Lunge, Leber, Speicheldrüsen, Darmdrüsen u. s. w.) auskleidet; aus dem zwischen beiden gelegenen mittleren Keimblatt entstehen alle übrigen Organe.

Die Vorgänge nun, durch welche aus so einfachem Baumaterial, aus den drei einfachen, nur aus Zellen zusammengesetzten Keimblättern, die verschiedenartigen und höchst verwickelt zusammengesetzten Theile des reifen Wirbelthierkörpers entstehen, sind erstens wiederholte Theilungen und dadurch Vermehrung der Zellen, zweitens Arbeitstheilung oder Differenzirung dieser Zellen, und drittens Verbindung der verschiedenartig ausgebildeten oder differenzirten Zellen zur Bildung der verschiedenen Organe. So entsteht der stufenweise Fortschritt oder die Vervollkommnung, welche in der Ausbildung des embryonalen Leibes Schritt für Schritt zu verfolgen ist. Die einfachen Embryonalzellen, welche den Wirbelthierkörper zusammensetzen wollen, verhalten sich wie Bürger, welche einen Staat gründen wollen. Die einen ergreifen diese, die anderen jene Thätigkeit, und bilden dieselbe zum Besten des Ganzen aus. Durch diese Arbeitstheilung oder Differenzirung, und die damit im Zusammenhang stehende Vervollkommnung (den organischen Fortschritt), wird es dem ganzen Staate möglich, Leistungen zu vollziehen, welche dem einzelnen Individuum unmöglich wären. Der ganze Wirbelthierkörper, wie jeder andere mehrzellige Organismus, ist ein republikanischer Zellenstaat, und daher kann derselbe organische Functionen vollziehen, welche die einzelne Zelle als Einsiedler (z. B. eine Amoebe oder eine einzellige Pflanze) niemals leisten könnte.

Es wird keinem vernünftigen Menschen einfallen, in den zweckmäßigen Einrichtungen, welche zum Wohle des Ganzen und der Einzelnen in jedem menschlichen Staate getroffen sind, die zweckmäßige Thätigkeit eines persönlichen überirdischen Schöpfers erkennen zu wollen. Vielmehr weiß Jedermann, daß jene zweckmäßigen Organisationseinrichtungen des Staats die Folge von dem Zusammenwirken der einzelnen Bürger und ihrer Regierung, sowie von deren Anpassung an die Existenzbedingungen der Außenwelt sind. Ganz ebenso müssen wir aber auch den mehrzelligen Organismus beurtheilen. Auch in diesem sind alle zweckmäßigen Einrichtungen lediglich die natürliche und nothwendige Folge des Zusammenwirkens, der Dif-

ferenzirung und Vervollkommnung der einzelnen Staatsbürger, der Zellen; und nicht etwa die künstlichen Einrichtungen eines zweckmäßig thätigen Schöpfers. Wenn Sie diesen Vergleich recht erwägen und weiter verfolgen, wird Ihnen deutlich die Verkehrtheit jener dualistischen Naturanschauung klar werden, welche in der Zweckmäßigkeit der Organisation die Wirkung eines schöpferischen Bauplans sucht.

Lassen Sie uns nun die individuelle Entwickelung des Wirbelthierkörpers noch einige Schritte weiter verfolgen, und sehen, was die Staatsbürger dieses embryonalen Organismus zunächst anfangen. In der Mittellinie der geigenförmigen Scheibe, welche aus den drei zelligen Keimblättern zusammengesetzt ist, entsteht eine gerade feine Furche, die sogenannte „Primitivrinne," durch welche der geigenförmige Leib in zwei gleiche Seitenhälften abgetheilt wird, ein rechtes und ein linkes Gegenstück oder Antimer. Beiderseits jener Rinne oder Furche erhebt sich das obere oder äußere Keimblatt in Form einer Längsfalte, und beide Falten wachsen dann über der Rinne in der Mittellinie zusammen und bilden so ein cylindrisches Rohr. Dieses Rohr heißt das Markrohr oder Medullarrohr, weil es die Anlage des Centralnervensystems, des **Rückenmarks** (Medulla spinalis) ist. Anfangs ist dasselbe vorn und hinten zugespitzt, und so bleibt dasselbe bei den niedersten Wirbelthieren, den gehirnlosen Röhrenherzen oder Leptocardiern (Amphioxus) zeitlebens. Bei allen übrigen Wirbelthieren aber, die wir von letzteren als Beutelherzen oder Pachycardier unterscheiden, wird alsbald ein Unterschied zwischen vorderem und hinterem Ende des Medullarrohrs sichtbar, indem das erstere sich aufbläht und in eine rundliche Blase, die Anlage des **Gehirns** verwandelt.

Bei allen Pachycardiern, d. h. bei allen mit Gehirn versehenen Wirbelthieren, zerfällt das Gehirn, welches anfangs bloß die blasenförmige Auftreibung vom vorderen Ende des Rückenmarks ist, bald in fünf hinter einander liegende Blasen, indem sich vier oberflächliche quere Einschnürungen bilden. Diese **fünf ursprünglichen Hirnblasen**, aus denen sich späterhin alle verschiedenen Theile des so verwickelt gebauten Gehirns hervorbilden, haben folgende Bedeutung.

Fig. 9.

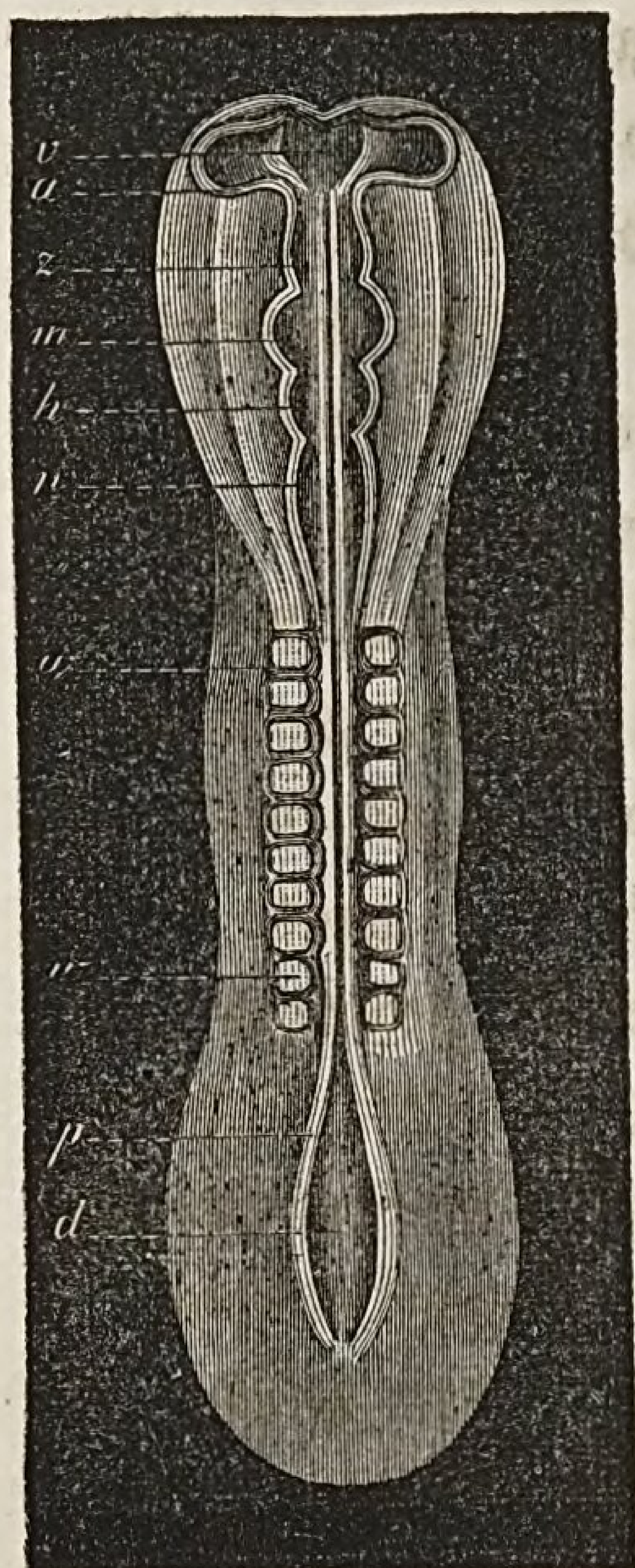


Fig. 10.

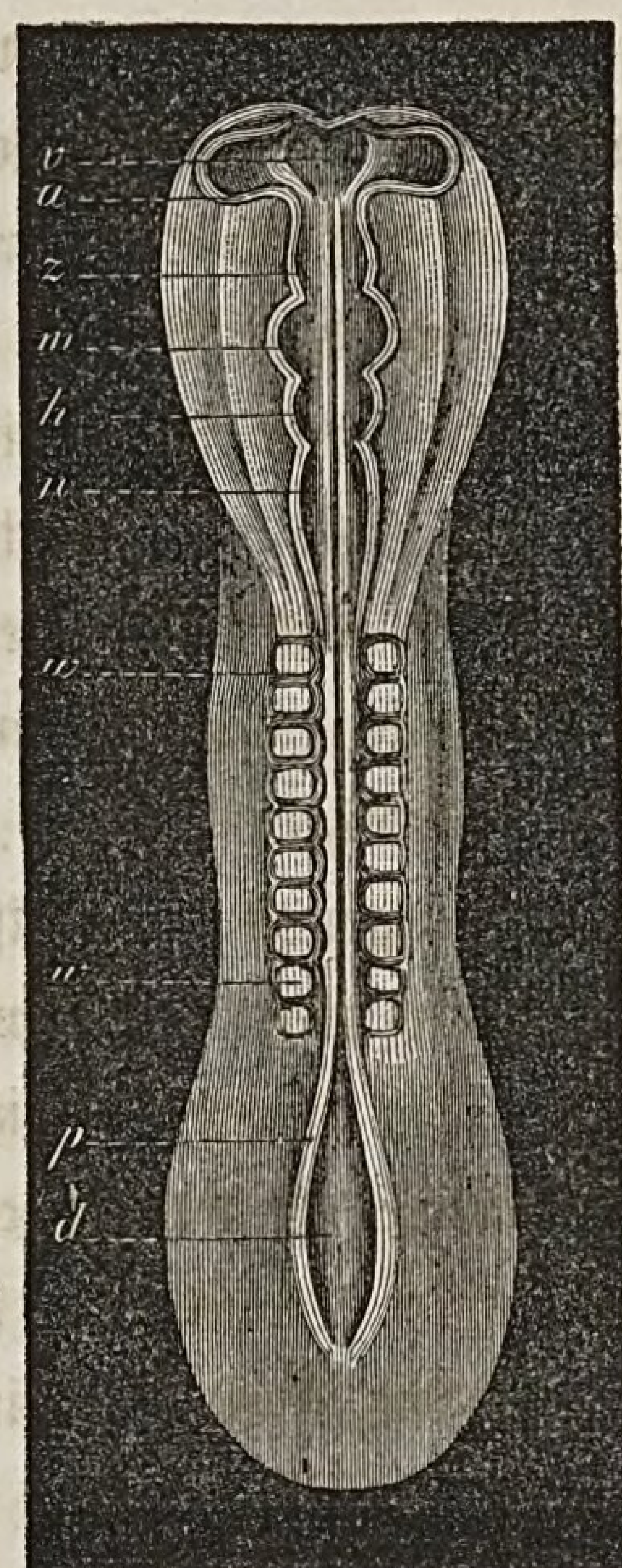


Fig. 11.

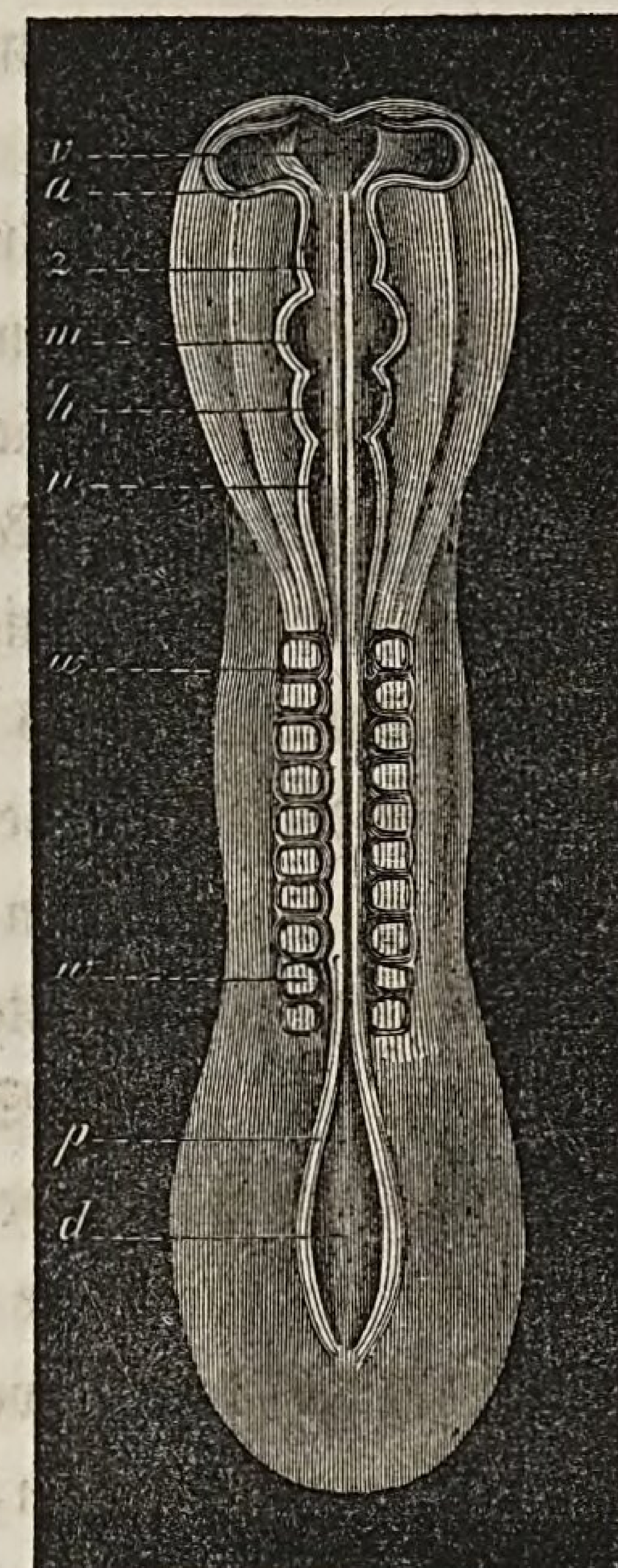


Fig. 9. Embryo des Hundes. Fig. 10. Embryo des Huhns. Fig. 11. Embryo der Schildkröte. Alle drei Embryonen sind genau aus demselben Entwickelungsstadium genommen, in dem soeben die fünf Hirnblasen angelegt sind. Die Buchstaben bedeuten in allen drei Figuren dasselbe: *v* Vorderhirn. *z* Zwischenhirn. *m* Mittelhirn. *h* Hinterhirn. *n* Nachhirn. *p* Rückenmark. *a* Augenblasen. *w* Urwirbel. *d* Rückenstrang oder Chorda.

Die erste Blase, das Vorderhirn (v) ist insofern die wichtigste, als sie vorzugsweise die sogenannten großen Hemisphären, oder die Halbkugeln des großen Gehirns bildet, desjenigen Theiles, welcher der Sitz der höheren Geistesthätigkeiten ist. Je höher diese letzteren sich bei dem Wirbelthier entwickeln, desto mehr wachsen die beiden Seitenhälften des Vorderhirns oder die großen Hemisphären auf Kosten der vier übrigen Blasen und legen sich von vorn und oben her über die anderen herüber. Beim Menschen, wo sie verhältnißmäßig am stärksten entwickelt sind, entsprechend der höheren Geistesentwickelung, bedecken sie später die übrigen Theile von oben her fast ganz.

(Vergl. S. 240 c, Fig. C—F.) Die zweite Blase, das Zwischenhirn (z) bildet besonders denjenigen Gehirntheil, welchen man Sehhügel nennt, und steht in der nächsten Beziehung zu den Augen (a), welche als zwei Blasen rechts und links aus dem Vorderhirn hervorwachsen und später am Boden des Zwischenhirns liegen. Die dritte Blase, das Mittelhirn (m) geht größtentheils in der Bildung der sogenannten Vierhügel auf, eines hochgewölbten Gehirntheiles, welcher besonders bei den Reptilien (Fig. E, S. 240 c) und bei den Vögeln (Fig. F) stark ausgebildet ist, während er bei den Säugethieren (C, D) viel mehr zurücktritt. Die vierte Blase, das Hinterhirn (h) bildet die sogenannten kleinen Hemisphären oder die Halbkugeln nebst dem Mitteltheil des kleinen Gehirns (Cerebellum), ein Gehirntheil, über dessen Bedeutung man die widersprechendsten Vermuthungen hegt, der aber vorzugsweise die Coordination der Bewegungen zu regeln scheint. Endlich die fünfte Blase, das Nachhirn (n), bildet sich zu demjenigen sehr wichtigen Theil des Centralnervensystems aus, welchen man das verlängerte Mark (Medulla oblongata) nennt. Es ist das Centralorgan der Athembewegungen und anderer wichtiger Functionen, und seine Verletzung führt sofort den Tod herbei, während man die großen Hemisphären des Vorderhirns (oder die „Seele" im engeren Sinne) stückweise abtragen und zuletzt ganz vernichten kann, ohne daß das Wirbelthier deßhalb stirbt; nur seine höheren Geistesthätigkeiten schwinden dadurch.

Diese fünf Hirnblasen sind ursprünglich bei allen Wirbelthieren, die überhaupt ein Gehirn besitzen, gleichmäßig angelegt, und bilden sich erst allmählich bei den verschiedenen Gruppen so verschiedenartig aus, daß es nachher sehr schwierig ist, in den ganz entwickelten Gehirnen die gleichen Theile wieder zu erkennen. Wenn Sie die jungen Embryonen des Hundes, des Huhns und der Schildkröte in Fig. 9, 10 und 11 vergleichen, werden Sie nicht im Stande sein, einen Unterschied wahrzunehmen. Wenn Sie dagegen die viel weiter entwickelten Embryonen in Fig. C—F mit einander vergleichen, werden Sie schon deutlich die ungleichartige Ausbildung erkennen, und namentlich wahr-

nehmen, daß das Gehirn der beiden Säugethiere (C und D) schon stark von dem der Vögel (F) und Reptilien (E) abweicht. Bei letzteren beiden zeigt bereits das Mittelhirn, bei den ersteren dagegen das Vorderhirn sein Uebergewicht. Aber auch noch in diesem Stadium ist das Gehirn des Vogels (F) von dem der Schildkröte (E) kaum verschieden, und ebenso ist das Gehirn des Hundes (C) demjenigen des Menschen (D) jetzt fast noch gleich. Wenn Sie dagegen die Gehirne dieser vier Wirbelthiere im ausgebildeten Zustande mit einander vergleichen, so finden Sie dieselben so sehr verschieden, daß Sie nicht einen Augenblick darüber in Zweifel sein können, welchem Thiere jedes Gehirn angehört.

Ich habe Ihnen hier die ursprüngliche Gleichheit und die erst allmählich eintretende und dann immer wachsende Sonderung oder Differenzirung des Embryo bei den verschiedenen Wirbelthieren speciell an dem Beispiele des Gehirns erläutert, weil gerade dieses Organ der Seelenthätigkeit von ganz besonderem Interesse ist. Ich hätte aber ebenso gut das Herz oder die Leber oder die Gliedmaßen, kurz jeden anderen Körpertheil statt dessen anführen können, da sich immer dasselbe Schöpfungswunder hier wiederholt, nämlich die Thatsache, daß alle Theile ursprünglich bei den verschiedenen Wirbelthieren gleich sind, und daß erst allmählich die Verschiedenheiten sich ausbilden, durch welche die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen u. s. w. sich von einander sondern und abstufen.

Es giebt gewiß wenige Körpertheile, welche so verschiedenartig ausgebildet sind, wie die Gliedmaßen oder Extremitäten der verschiedenen Wirbelthiere. Nun bitte ich Sie, in Fig. C—F auf S. 240 c die vorderen Extremitäten (b v) der verschiedenen Embryonen mit einander zu vergleichen, und Sie werden kaum im Stande sein, irgend welche bedeutende Unterschiede zwischen dem Arm des Menschen (D b v), dem Flügel des Vogels (F b v), dem schlanken Vorderbein des Hundes (C b v) und dem plumpen Vorderbein der Schildkröte (E b v) zu erkennen. Ebenso wenig werden Sie bei Vergleichung der hinteren Extremität (b h) in diesen Figuren herausfinden,

wodurch das Bein des Menschen (D) und des Vogels (F), das Hinterbein des Hundes (C) und der Schildkröte (E) sich unterscheiden. Vordere sowohl als hintere Extremitäten sind jetzt noch kurze und breite Platten, an deren Endausbreitung die Anlagen der fünf Zehen noch durch Schwimmhäute verbunden sind. In einem noch früheren Stadium (Fig. A und B) sind die fünf Zehen noch nicht einmal angelegt, und es ist ganz unmöglich auch nur vordere und hintere Gliedmaßen zu unterscheiden. Diese sowohl als jene sind nichts als ganz einfache rundliche Fortsätze, welche aus der Seite des Rumpfes hervorgesproßt sind. In dem frühen Stadium, welches Fig. 9—11 darstellt, fehlen dieselben überhaupt noch ganz, und der ganze Embryo ist ein einfacher Rumpf ohne eine Spur von Gliedmaßen.

An den Embryonen des Hundes (Fig. A) und des Menschen (Fig. B) aus der vierten Woche der Entwickelung, in denen Sie jetzt wohl noch keine Spur des erwachsenen Thieres werden erkennen können, möchte ich Sie noch besonders aufmerksam machen auf eine äußerst wichtige Bildung, welche allen Wirbelthieren ursprünglich gemeinsam ist, welche aber späterhin zu den verschiedensten Organen umgebildet wird. Sie kennen gewiß Alle die K i e m e n b o g e n der Fische, jene knöchernen Bogen, welche zu drei oder vier hinter einander auf jeder Seite des Halses liegen, und welche die Athmungsorgane der Fische, die Kiemen tragen (Doppelreihen von rothen Blättchen, welche das Volk „Fischohren" nennt). Diese Kiemenbogen nun sind beim Menschen (B) und beim Hunde (A) ursprünglich so gut vorhanden, wie bei allen übrigen Wirbelthieren. (In Figur A und B sind die drei Kiemenbogen der rechten Halsseite mit den Buchstaben k 1, k 2, k 3 bezeichnet). Allein nur bei den Fischen bleiben dieselben in der ursprünglichen Anlage bestehen und bilden sich zu Athmungsorganen aus. Bei den übrigen Wirbelthieren werden dieselben theils zur Bildung des Gesichts (namentlich des Kieferapparats), theils zur Bildung des Gehörorgans verwendet.

Endlich will ich nicht verfehlen, Sie bei Vergleichung der in Fig. A — F, S. 240 b, c abgebildeten Embryonen nochmals auf das

Schwänzchen des Menschen (s) aufmerksam zu machen, welches derselbe mit allen übrigen Wirbelthieren in der ursprünglichen Anlage theilt. Die Auffindung „geschwänzter Menschen" wurde lange Zeit von vielen Monisten mit Sehnsucht erwartet, um darauf eine nähere Verwandtschaft des Menschen mit den übrigen Säugethieren begründen zu können. Und ebenso hoben ihre dualistischen Gegner oft mit Stolz hervor, daß der gänzliche Mangel des Schwanzes einen der wichtigsten körperlichen Unterschiede zwischen dem Menschen und den Thieren bilde, wobei sie nicht an die vielen schwanzlosen Thiere dachten, die es wirklich giebt. Nun besitzt aber der Mensch in den ersten Monaten der Entwickelung ebenso gut einen wirklichen Schwanz, wie die nächstverwandten schwanzlosen Affen (Orang, Schimpanse, Gorilla) und wie die Wirbelthiere überhaupt. Während derselbe aber bei den Meisten, z. B. beim Hunde (Fig. A, C) im Laufe der Entwickelung immer länger wird, bildet er sich beim Menschen (Fig. B, D) und bei den ungeschwänzten Säugethieren von einem gewissen Zeitpunct der Entwickelung an zurück und verwächst zuletzt völlig. Indessen ist auch beim ausgebildeten Menschen der Rest des Schwanzes als verkümmertes oder rudimentäres Organ noch in den drei bis fünf Schwanzwirbeln (Vertebrae coccygeae) zu erkennen, welche das hintere oder untere Ende der Wirbelsäule bilden (S. 235).

Die meisten Menschen wollen noch gegenwärtig die wichtigste Folgerung der Descendenztheorie, die paläontologische Entwickelung des Menschen aus affenähnlichen und weiterhin aus niederen Säugethieren nicht anerkennen, und halten eine solche Umbildung der organischen Form für unmöglich. Ich frage Sie aber, sind die Erscheinungen der individuellen Entwickelung des Menschen, von denen ich Ihnen hier die Grundzüge vorgeführt habe, etwa weniger wunderbar? Ist es nicht im höchsten Grade merkwürdig, daß alle Wirbelthiere aus den verschiedensten Klassen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere, in den ersten Zeiten ihrer embryonalen Entwickelung gradezu nicht zu unterscheiden sind, und daß selbst viel später noch, in einer Zeit, wo bereits Reptilien und Vögel sich deutlich

von den Säugethieren unterscheiden, Hund und Mensch noch beinahe identisch sind? Fürwahr, wenn man jene beiden Entwickelungsreihen mit einander vergleicht, und sich fragt, welche von beiden wunderbarer ist, so muß uns die Ontogenie oder die kurze und schnelle Entwickelungsgeschichte des Individuums viel räthselhafter erscheinen, als die Phylogenie oder die lange und langsame Entwickelungsgeschichte des Stammes. Denn eine und dieselbe großartige Formwandelung und Umbildung wird von der letzteren im Laufe von vielen tausend Jahren, von der ersteren dagegen im Laufe weniger Monate vollbracht. Offenbar ist diese überaus schnelle und auffallende Umbildung des Individuums in der Ontogenesis, welche wir jeden Augenblick thatsächlich durch directe Beobachtung feststellen können, an sich viel wunderbarer, viel erstaunlicher, als die entsprechende, aber viel langsamere und allmählichere Umbildung, welche die lange Vorfahrenkette desselben Individuums in der Phylogenesis durchgemacht hat.

Beide Reihen der organischen Entwickelung, die Ontogenesis des Individuums, und die Phylogenesis des Stammes, zu welchem dasselbe gehört, stehen im innigsten ursächlichen Zusammenhange. Ich habe diese Theorie, welche ich für äußerst wichtig halte, im zweiten Bande meiner generellen Morphologie[4]) ausführlich zu begründen versucht. Wie ich dort zeigte, ist die Ontogenesis, oder die Entwickelung des Individuums, eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung (Recapitulation) der Phylogenesis oder der Entwickelung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. (Gen. Morph. II, S. 110—147, 371).

In diesem innigen Zusammenhang der Ontogenie und Phylogenie erblicke ich einen der wichtigsten und unwiderleglichsten Beweise der Descendenztheorie. Es vermag Niemand diese Erscheinungen zu erklären, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpassungsgesetze zurückgeht; durch diese erst sind sie erklärlich. Ganz besonders

verdienen dabei die Gesetze unsere Beachtung, welche wir früher als die Gesetze der abgekürzten, der gleichzeitlichen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem sich ein so hochstehender und verwickelter Organismus, wie es der menschliche oder der Organismus jedes anderen Säugethiers ist, von jener einfachen Zellenstufe an aufwärts erhebt, indem er fortschreitet in seiner Differenzirung und Vervollkommnung, durchläuft er dieselbe Reihe von Umbildungen, welche seine thierischen Ahnen vor undenklichen Zeiten, während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Schon früher habe ich auf diesen äußerst wichtigen Parallelismus der individuellen und Stammesentwickelung hingewiesen (S. 9). Gewisse, sehr frühe und tief stehende Entwickelungsstadien des Menschen und der höheren Wirbelthiere überhaupt entsprechen durchaus gewissen Bildungen, welche zeitlebens bei niederen Fischen fortdauern. Es folgt dann eine Umbildung des fischähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel später erst entwickelt sich aus diesem der Säugethierkörper mit seinen bestimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den auf einander folgenden Entwickelungsstadien eine Reihe von Stufen fortschreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verschiedenheiten verschiedener Säugethierordnungen und Familien entsprechen. In derselben Reihenfolge sehen wir aber auch die Vorfahren des Menschen und der höheren Säugethiere in der Erdgeschichte nach einander auftreten: zuerst Fische, dann Amphibien, später niedere und zuletzt erst höhere Säugethiere. Hier ist also die embryonale Entwickelung des Individuums durchaus parallel der paläontologischen Entwickelung des ganzen zugehörigen Stammes; und diese äußerst interessante und wichtige Erscheinung ist einzig und allein durch Darwin's Selectionstheorie, durch die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze zu erklären.

Das zuletzt angeführte Beispiel von dem Parallelismus der paläontologischen und der individuellen Entwickelungsreihe lenkt nun unsere Aufmerksamkeit noch auf eine dritte Entwickelungsreihe, welche zu diesen beiden in den innigsten Beziehungen steht und denselben

ebenfalls im Ganzen parallel läuft. Das ist nämlich diejenige Entwickelungsreihe von Formen, welche das Untersuchungsobject der vergleichenden Anatomie ist, und welche wir kurz die systematische oder specifische Entwickelung nennen wollen. Wir verstehen darunter die Kette von verschiedenartigen, aber doch verwandten und zusammenhängenden Formen, welche zu irgend einer Zeit der Erdgeschichte, also z. B. in der Gegenwart, neben einander existiren. Indem die vergleichende Anatomie die verschiedenen ausgebildeten Formen der entwickelten Organismen mit einander vergleicht, sucht sie das gemeinsame Urbild zu erkennen, welches den mannichfaltigen Formen der verwandten Arten, Gattungen, Klassen u. s. w. zu Grunde liegt, und welches durch deren Differenzirung nur mehr oder minder versteckt wird. Sie sucht die Stufenleiter des Fortschritts festzustellen, welche durch den verschiedenen Vervollkommnungsgrad der divergenten Zweige des Stammes bedingt ist. Um bei dem angeführten Beispiele zu bleiben, so zeigt uns die vergleichende Anatomie, wie die einzelnen Organe und Organsysteme des Wirbelthierstammes in den verschiedenen Klassen, Familien, Arten desselben sich ungleichartig entwickelt, differenzirt und vervollkommnet haben. Sie erklärt uns, in welchen Beziehungen die Reihenfolge der Wirbelthierklassen von den Fischen aufwärts durch die Amphibien zu den Säugethieren, und hier wieder von den niederen zu den höheren Säugethierordnungen, eine aufsteigende Stufenleiter bildet. Diesem Bestreben, eine zusammenhängende anatomische Entwickelungsreihe herzustellen, begegnen Sie in den Arbeiten der großen vergleichenden Anatomen aller Zeiten, in den Arbeiten von Goethe[3]), Meckel, Cuvier, Johannes Müller, Gegenbaur[21]), Huxley.

Die Entwickelungsreihe der ausgebildeten Formen, welche die vergleichende Anatomie in den verschiedenen Divergenz- und Fortschrittsstufen des organischen Systems nachweist, und welche wir die systematische Entwickelungsreihe nannten, ist parallel der paläontologischen Entwickelungsreihe, weil sie das anatomische Resultat der letzteren betrachtet, und sie ist parallel der individuellen Entwickelungs-

reihe, weil diese selbst wiederum der paläontologischen parallel ist. Wenn zwei Parallelen einer dritten parallel sind, so müssen sie auch unter einander parallel sein.

Die mannichfaltige Differenzirung und der ungleiche Grad von Vervollkommnung, welchen die vergleichende Anatomie in der Entwickelungsreihe des Systems nachweist, ist wesentlich bedingt durch die zunehmende Mannichfaltigkeit der Existenzbedingungen, denen sich die verschiedenen Gruppen im Kampf um das Dasein anpaßten, und durch den verschiedenen Grad von Schnelligkeit und Vollständigkeit, mit welchem diese Anpassung geschah. Die conservativen Gruppen, welche die ererbten Eigenthümlichkeiten am zähesten festhielten, blieben in Folge dessen auf der tiefsten und rohesten Entwickelungsstufe stehen. Die am schnellsten und vielseitigsten fortschreitenden Gruppen, welche sich den vervollkommneten Existenzbedingungen am bereitwilligsten anpaßten, erreichten selbst den höchsten Vollkommenheitsgrad. Je weiter sich die organische Welt im Laufe der Erdgeschichte entwickelte, desto mehr mußte diese Divergenz der niederen conservativen und der höheren progressiven Gruppen werden, wie das ja eben so auch aus der Völkergeschichte ersichtlich ist. Hieraus erklärt sich auch die historische Thatsache, daß die vollkommensten Thier- und Pflanzengruppen sich verhältnißmäßig in kurzer Zeit zu sehr bedeutender Höhe entwickelt haben, während die niedrigsten, conservativsten Gruppen durch alle Zeiten hindurch auf der ursprünglichen, rohesten Stufe stehen geblieben, oder nur sehr langsam und allmählich etwas fortgeschritten sind. Auch die Ahnenreihe des Menschen zeigt dies Verhältniß deutlich. Die Haifische der Jetztzeit stehen den Urfischen, welche zu den ältesten Wirbelthierahnen des Menschen gehören, noch sehr nahe, ebenso die heutigen niedersten Amphibien (Kiemenmolche und Salamander) den Amphibien, welche sich aus jenen zunächst entwickelten. Und ebenso sind unter den späteren Vorfahren des Menschen die Beutelthiere, die ältesten Säugethiere, zugleich die unvollkommensten Thiere dieser Klasse, die heute noch leben. Die uns bekannten Gesetze der Vererbung uud Anpassung genügen vollständig, um diese äußerst wichtige

und interessante Erscheinung zu erklären, die man kurz als den Parallelismus der individuellen, der paläontologischen und der systematischen Entwickelung, des betreffenden Fortschrittes und der betreffenden Differenzirung bezeichnen kann. Kein Gegner der Descendenztheorie ist im Stande gewesen, für diese höchst wunderbare Thatsache eine Erklärung zu liefern, während sie sich nach der Descendenztheorie aus den Gesetzen der Vererbung und Anpassung vollkommen erklärt.

Wenn Sie diesen Parallelismus der drei organischen Entwickelungsreihen schärfer in's Auge fassen, so müssen Sie noch folgende nähere Bestimmung hinzufügen. Die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte jedes Organismus (Embryologie und Metamorphologie) bildet eine einfache, unverzweigte oder leiterförmige Kette von Formen; und ebenso derjenige Theil der Phylogenie, welcher die paläontologische Entwickelungsgeschichte der directen Vorfahren jenes individuellen Organismus enthält. Dagegen bildet die ganze Phylogenie, welche uns in dem natürlichen System jedes organischen Stammes oder Phylum entgegentritt, und welche die paläontologische Entwickelung aller Zweige dieses Stammes untersucht, eine verzweigte oder baumförmige Entwickelungsreihe, einen wirklichen Stammbaum. Untersuchen Sie vergleichend die entwickelten Zweige dieses Stammbaums und stellen Sie dieselben nach dem Grade ihrer Differenzirung und Vervollkommnung zusammen, so erhalten Sie die baumförmig verzweigte systematische Entwickelungsreihe der vergleichenden Anatomie. Genau genommen ist also diese letztere der ganzen Phylogenie parallel und kann mithin nur theilweise der Ontogenie parallel sein; denn die Ontogenie selbst ist nur einem Theile der Phylogenie parallel.

Alle im Vorhergehenden erläuterten Erscheinungen der organischen Entwickelung, insbesondere dieser dreifache genealogische Parallelismus, und die Differenzirungs- und Fortschrittsgesetze, welche in jeder dieser drei organischen Entwickelungsreihen sichtbar sind, so-

dann die ganze Erscheinungsreihe der rudimentären Organe, sind äußerst wichtige Belege für die Wahrheit der Descendenztheorie. Denn sie sind nur durch diese zu erklären, während die Gegner derselben auch nicht die Spur einer Erklärung dafür aufbringen können. Ohne die Abstammungslehre läßt sich die Thatsache der organischen Entwickelung überhaupt nicht begreifen. Wir würden daher gezwungen sein, auf Grund derselben Lamarck's Descendenztheorie anzunehmen, auch wenn wir nicht Darwin's Züchtungstheorie besäßen. Die letztere ist gewissermaßen der directe Beweis für die erstere, während jene großen Thatsachen der organischen Entwickelung den indirecten Beweis dafür liefern.

Dreizehnter Vortrag.

Entwickelungstheorie des Weltalls, der Erde und ihrer ersten Organismen. Urzeugung. Plastidentheorie.

Entwickelungsgeschichte der Erde. Feste Rinde und feuerflüssiger Kern des Erdballs. Vormaliger geschmolzener Zustand des ganzen Erdballs. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologische Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Bildung der ersten Erstarrungskruste der Erde. Erste Entstehung des Wassers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organische und anorganische Stoffe. Verbindungen der Elemente. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände. Eiweißartige Kohlenstoffverbindungen. Organische und anorganische Formen. Krystalle und structurlose Organismen ohne Organe. Stereometrische Grundformen der Krystalle und der Organismen. Organische und anorganische Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpassung bei Krystallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Krystalle. Einheit der organischen und anorganischen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Kritik der Urzeugung. Entstehung der Moneren durch Urzeugung. Entstehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plastidentheorie. Plastiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verschiedene Arten von Plastiden.

Meine Herren! Durch unsere bisherigen Betrachtungen haben wir vorzugsweise die Frage zu beantworten versucht, durch welche Ursachen neue Arten von Thieren und Pflanzen aus bestehenden Arten hervorgegangen sind. Wir haben diese Frage nach Darwin's Theorie dahin beantwortet, daß die natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein, d. h. die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze völlig genü-

gend ist, um die unendliche Mannichfaltigkeit der verschiedenen, scheinbar zweckmäßig nach einem Bauplane organisirten Thiere und Pflanzen mechanisch zu erzeugen. Inzwischen wird sich Ihnen schon wiederholt die Frage aufgedrängt haben: Wie entstanden aber nun die ersten Organismen, oder der eine ursprüngliche Stammorganismus, von welchem wir alle übrigen ableiten?

Diese Frage hat Lamarck [2]) durch die Hypothese der Urzeugung oder Archigonie beantwortet. Darwin dagegen geht über dieselbe hinweg, indem er ausdrücklich hervorhebt, daß er „Nichts mit dem Ursprung der geistigen Grundkräfte, noch mit dem des Lebens selbst zu schaffen habe." Am Schlusse seines Werkes spricht er sich darüber bestimmter in folgenden Worten aus: „Ich nehme an, daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist." Außerdem beruft sich Darwin zur Beruhigung derjenigen, welche in der Descendenztheorie den Untergang der ganzen „sittlichen Weltordnung" erblicken, auf einen berühmten Schriftsteller und Geistlichen, welcher ihm geschrieben hatte: „Er habe allmählich einsehen gelernt, daß es eine ebenso erhabene Vorstellung von der Gottheit sei, zu glauben, daß sie nur einige wenige der Selbstentwickelung in andere und nothwendige Formen fähige Urtypen geschaffen, als daß sie immer wieder neue Schöpfungsacte nöthig gehabt habe, um die Lücken auszufüllen, welche durch die Wirkung ihrer eigenen Gesetze entstanden seien." Diejenigen, denen der Glaube an eine übernatürliche Schöpfung ein Gemüthsbedürfniß ist, können sich bei dieser Vorstellung beruhigen. Sie können jenen Glauben mit der Descendenztheorie vereinbaren; denn sie können in der Erschaffung eines einzigen ursprünglichen Organismus, der die Fähigkeit besaß, alle übrigen durch Vererbung und Anpassung aus sich zu entwickeln, wirklich weit mehr Erfindungskraft und Weisheit des Schöpfers bewundern, als in der unabhängigen Erschaffung der verschiedenen Arten.

Wenn wir uns in dieser Weise die Entstehung der ersten irdischen Organismen, von denen alle übrigen abstammen, durch die zweckmäßige und planvolle Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers erklären wollten, so würden wir damit auf eine wissenschaftliche Erkenntniß derselben verzichten, und aus dem Gebiete der wahren Wissenschaft auf das gänzlich getrennte Gebiet der dichtenden Glaubenschaft hinübertreten. Wir würden durch die Annahme eines übernatürlichen Schöpfungsaktes einen Sprung in das Unbegreifliche thun. Ehe wir uns zu diesem letzten Schritte entschließen und damit auf eine wissenschaftliche Erkenntniß jenes Vorgangs verzichten, sind wir jedenfalls zu dem Versuche verpflichtet, denselben durch eine mechanische Hypothese zu beleuchten. Wir müssen jedenfalls untersuchen, ob denn wirklich jener Vorgang so wunderbar ist, und ob wir uns keine haltbare Vorstellung von einer ganz natürlichen Entstehung jenes ersten Stammorganismus machen können. Auf das Wunder der Schöpfung würden wir dann gänzlich verzichten können.

Es wird hierbei nothwendig sein, zunächst etwas weiter auszuholen und die natürliche Schöpfungsgeschichte der Erde und, noch weiter zurückgehend, die natürliche Schöpfungsgeschichte des ganzen Weltalls in ihren allgemeinen Grundzügen zu betrachten. Es wird Ihnen Allen wohl bekannt sein, daß aus dem Bau der Erde, wie wir ihn gegenwärtig kennen, die Vorstellung abgeleitet und bis jetzt noch nicht widerlegt ist, daß das Innere unserer Erde sich in einem feurigflüssigen Zustande befindet, und daß die aus verschiedenen Schichten zusammengesetzte feste Rinde, auf deren Oberfläche die Organismen leben, nur eine sehr dünne Kruste oder Schale um den feurigflüssigen Kern bildet. Zu dieser Anschauung sind wir durch verschiedene übereinstimmende Erfahrungen und Schlüsse gelangt. Zunächst spricht dafür die Erfahrung, daß die Temperatur der Erdrinde nach dem Inneren hin stetig zunimmt. Je tiefer wir hinabsteigen, desto höher steigt die Wärme des Erdbodens, und zwar in dem Verhältniß, daß auf jede 100 Fuß Tiefe die Temperatur ungefähr um einen Grad zunimmt. In einer Tiefe von 6 Meilen würde demnach bereits eine

Hitze von 1500 ° herrschen, hinreichend, um die meisten festen Stoffe unserer Erdrinde in geschmolzenem feuerflüssigem Zustande zu erhalten. Diese Tiefe ist aber erst der 286ste Theil des ganzen Erddurchmessers (1717 Meilen). Wir wissen ferner, daß Quellen, die aus beträchtlicher Tiefe hervorkommen, eine sehr hohe Temperatur besitzen, und zum Theil selbst das Wasser im kochenden Zustande an die Oberfläche befördern. Sehr wichtige Zeugen sind endlich die vulkanischen Erscheinungen, das Hervorbrechen feurigflüssiger Gesteinsmassen durch einzelne berstende Puncte der Erdrinde hindurch. Alle diese Erscheinungen führen uns mit großer Sicherheit zu der wichtigen Annahme, daß die feste Erdrinde nur einen ganz geringen Bruchtheil, noch lange nicht den tausendsten Theil von dem ganzen Durchmesser der Erdkugel bildet, und daß diese sich noch heute größtentheils in geschmolzenem oder feuerflüssigem Zustande befindet.

Wenn wir nun auf Grund dieser Annahme über die einstige Entwickelungsgeschichte des Erdballs nachdenken, so werden wir folgerichtig noch einen Schritt weiter geführt, nämlich zu der Annahme, daß in früherer Zeit die ganze Erde ein feurigflüssiger Körper, und daß die Bildung einer dünnen erstarrten Rinde auf der Oberfläche dieses Balls erst ein späterer Vorgang war. Erst allmählich, durch Ausstrahlung der inneren Gluthhitze an den kalten Weltraum, verdichtete sich die Oberfläche des glühenden Erdballs zu einer dünnen Rinde. Daß die Temperatur der Erde früher allgemein eine viel höhere war, wird durch viele Erscheinungen bezeugt. Unter Anderen spricht dafür die gleichmäßige Vertheilung der Organismen in früheren Zeiten der Erdgeschichte. Während bekanntlich jetzt den verschiedenen Erdzonen und ihren mittleren Temperaturen verschiedene Bevölkerungen von Thieren und Pflanzen entsprechen, war dies früher entschieden nicht der Fall, und wir sehen aus der Vertheilung der Versteinerungen in den älteren Zeiträumen, daß erst sehr spät, in einer verhältnißmäßig neuen Zeit der organischen Erdgeschichte (im Beginn der sogenannten cenolithischen oder Tertiärzeit), eine Sonderung der Zonen und dem entsprechend auch ihrer organischen Bevölkerung stattfand. Während

der ungeheuer langen Primär- und Secundärzeit lebten tropische Pflanzen, welche einen sehr hohen Temperaturgrad bedürfen, nicht allein in der heutigen heißen Zone unter dem Aequator, sondern auch in der heutigen gemäßigten und kalten Zone. Auch viele andere Erscheinungen haben eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Erdkörpers im Ganzen, und insbesondere eine erst spät eingetretene Abkühlung der Erdrinde von den Polen her kennen gelehrt. In seinen ausgezeichneten „Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt" hat der vortreffliche Bronn [19]) die zahlreichen geologischen und paläontologischen Beweise dafür zusammengestellt.

Auf diese Erscheinungen einerseits und auf die mathematisch-astronomischen Erkenntnisse vom Bau des Weltgebäudes andrerseits gründet sich nun die Theorie, daß die ganze Erde vor undenklicher Zeit, lange vor der ersten Entstehung von Organismen auf derselben, ein feuerflüssiger Ball war. Diese Theorie aber steht wiederum in Uebereinstimmung mit der bewunderungswürdigen Theorie von der Entstehung des Weltgebäudes und speciell unseres Planetensystems, welche auf Grund von mathematischen und astronomischen Thatsachen 1755 unser kritischer Philosoph Kant [22]) aufstellte, und welche später die berühmten Mathematiker Laplace und Herschel ausführlicher begründeten. Diese Kosmogenie oder Entwickelungstheorie des Weltalls steht noch heute in fast allgemeiner Geltung; sie ist durch keine bessere ersetzt worden, und Mathematiker, Astronomen und Geologen ersten Ranges haben dieselbe durch mannichfaltige Beweise immer fester unterstützt. Wir müssen sie daher, gleich der Lamarck-Darwin'schen Theorie, so lange annehmen, bis sie durch eine bessere ersetzt wird.

Die Kosmogenie Kant's behauptet, daß das ganze Weltall in unvordenklichen Zeiten ein gasförmiges Chaos bildete. Alle Materien, welche auf der Erde und anderen Weltkörpern gegenwärtig in verschiedenen Dichtigkeitszuständen, in festem, festflüssigem, tropfbarflüssigem und elastisch flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustande sich gesondert finden, bildeten ursprünglich zusammen eine einzige gleichartige, den Weltraum gleichmäßig erfüllende

Masse, welche in Folge eines außerordentlich hohen Temperaturgrades in gasförmigem oder luftförmigem, äußerst dünnem Zustande sich befand. Die Millionen von Weltkörpern, welche gegenwärtig auf die verschiedenen Sonnensysteme vertheilt sind, existirten damals noch nicht. Sie entstanden erst in Folge einer allgemeinen Drehbewegung oder Rotation, bei welcher sich eine Anzahl von festeren Massengruppen mehr als die übrige gasförmige Masse verdichteten, und nun auf letztere als Anziehungsmittelpuncte wirkten. So entstand eine Scheidung des chaotischen Urnebels oder Weltgases in eine Anzahl von rotirenden Nebelbällen, welche sich mehr und mehr verdichteten. Auch unser Sonnensystem war ein solcher riesiger gasförmiger Luftball, dessen Theilchen sich sämmtlich um einen gemeinsamen Mittelpunct, den Sonnenkern, herumdrehten. Der Nebelball selbst nahm durch die Rotationsbewegung, gleich allen übrigen, eine Sphäroidform oder abgeplattete Kugelgestalt an.

Während die Centripetalkraft die rotirenden Theilchen immer näher an den festen Mittelpunkt des Nebelballs heranzog, und so diesen mehr und mehr verdichtete, war umgekehrt die Centrifugalkraft bestrebt, die peripherischen Theilchen immer weiter von jenem zu entfernen und sie abzuschleudern. An dem Aequatorialrande der an beiden Polen abgeplatteten Kugel war diese Centrifugalkraft am stärksten, und sobald sie bei weiter gehender Verdichtung das Uebergewicht über die Centripetalkraft erlangte, löste sich hier eine ringförmige Nebelmasse von dem rotirenden Balle ab. Diese Nebelringe zeichneten die Bahnen der zukünftigen Planeten vor. Allmählich verdichtete sich die Nebelmasse des Ringes zu einem Planeten, der sich um seine eigene Axe drehte und zugleich um den Centralkörper rotirte. In ganz gleicher Weise aber wurden von dem Aequator der Planetenmasse, sobald die Centrifugalkraft wieder das Uebergewicht über die Centripetalkraft gewann, neue Nebelringe abgeschleudert, welche in gleicher Weise um die Planeten, wie diese um die Sonne sich bewegten. Auch diese Nebelringe verdichteten sich wieder zu rotirenden Bällen. So entstanden die Monde, von denen nur einer um die Erde, aber vier um den Jupi-

ter, sechs um den Uranus sich bewegen. Der Ring des Saturnus stellt uns noch heute einen Mond auf jenem früheren Entwickelungsstadium dar. Indem bei immer weiter schreitender Abkühlung sich diese einfachen Vorgänge der Verdichtung und Abschleuderung vielfach wiederholten, entstanden die verschiedenen Sonnensysteme, die Planeten, welche sich rotirend um ihre centrale Sonne, und die Trabanten oder Monde, welche sich drehend um ihren Planeten bewegten.

Der anfängliche gasförmige Zustand der rotirenden Weltkörper ging allmählich durch fortschreitende Abkühlung und Verdichtung in den feurigflüssigen oder geschmolzenen Aggregatzustand über. Durch den Verdichtungsvorgang selbst wurden große Mengen von Wärme frei, und so gestalteten sich die rotirenden Sonnen, Planeten und Monde bald zu glühenden Feuerbällen, gleich riesigen geschmolzenen Metalltropfen, welche Licht und Wärme ausstrahlten. Durch den damit verbundenen Wärmeverlust verdichtete sich wiederum die geschmolzene Masse an der Oberfläche der feuerflüssigen Bälle und so entstand eine dünne feste Rinde, welche einen feurigflüssigen Kern umschloß. In allen diesen Beziehungen wird sich unsere mütterliche Erde nicht wesentlich verschieden von den übrigen Weltkörpern verhalten haben.

Gleich allen anderen großen Hypothesen und Theorien, welche die Wissenschaft gefördert und den Gesichtskreis der menschlichen Erkenntniß erweitert haben, zeichnet sich auch Kant's Kosmogenie, welche man die kosmologische Gastheorie nennen könnte, durch große Einfachheit aus. Die einfachen Vorgänge der Verdichtung rotirender Massen und der Hüllenbildung an ihrer erstarrenden Oberfläche führen zur Bildung der geformten Weltkörper. Wir werden dadurch lebhaft an die biologische Plasmatheorie erinnert. Das Plasma oder Protoplasma der neueren Biologie, der „Urschleim" der älteren Naturphilosophie, jene festflüssige, eiweißartige Kohlenstoffverbindung, aus welcher alles Leben hervorgegangen ist, bewirkte die erste Entwickelung desselben auch wesentlich durch die beiden Vorgänge der Verdichtung und Hüllenbildung. Die

gleichartige festflüssige Plasmasubstanz, welche einzig und allein den Körper der ersten Organismen bildete, und ihn bei den Moneren (S. 142) noch heute ganz allein bildet, ist vergleichbar der zähflüssigen Planetensubstanz, welche alle verschiedenen Elemente oder Grundstoffe der jugendlichen Erde, wie der übrigen glühenden Weltkörper noch ungesondert enthielt. Durch Verdichtung entstanden an bestimmten Stellen in dem Urmeere, welches die dazu erforderlichen Stoffe gelöst enthielt, die ersten Moneren. Späterhin bildeten sich durch centrale Verdichtung in dem homogenen Plasmakörper dieser Urorganismen die ersten Kerne (Nuclei), und durch diesen Gegensatz von Plasma und Kern entstanden die ersten wirklichen Zellen. Aber diese Zellen waren noch nackte und hüllenlose, kernhaltige Plasmaklumpen. Indem sich die Oberfläche dieser festflüssigen Eiweißklumpen wiederum verdichtete, entstand eine umschließende Membran, und somit durch Hüllenbildung die feste äußere Rinde, welche in dem Leben vieler Zellen eine hervorragende Rolle spielt. Der Makrokosmos der Planeten und der Mikrokosmos der Zellen nahm in gleicher Weise den Ausgangspunkt seiner individuellen Entwickelung von den beiden wichtigen Vorgängen der Verdichtung und der Hüllenbildung. In beiden Fällen geschah die „Schöpfung" der Form nicht durch den launenhaften Einfall eines persönlichen Schöpfers, sondern durch die ureigene Kraft der sich selbst gestaltenden Materie. Anziehung und Abstoßung, Centripetalkraft und Centrifugalkraft, Verdichtung und Verdünnung der materiellen Theilchen sind die einzigen Schöpferkräfte, welche hier die einfachen Fundamente des verwickelten Schöpfungsbaues legten.

Für den Zweck dieser Vorträge hat es weiter kein besonderes Interesse, die „natürliche Schöpfungsgeschichte des Weltalls" mit seinen verschiedenen Sonnensystemen und Planetensystemen im Einzelnen zu verfolgen und durch alle verschiedenen astronomischen und geologischen Beweismittel mathematisch zu begründen. Ich begnüge mich daher mit den eben angeführten Grundzügen derselben und verweise Sie bezüglich des Näheren auf Kant's klassische „Allgemeine Naturgeschichte

und Theorie des Himmels." [22]) Nur die Bemerkung will ich noch ausdrücklich hinzufügen, daß diese höchst bewunderungswürdige Theorie mit allen uns bis jetzt bekannten allgemeinen Erscheinungsreihen im besten Einklang, und mit keiner einzigen derselben in unvereinbarem Widerspruch steht. Ferner ist dieselbe rein mechanisch oder monistisch, nimmt ausschließlich die ureigenen Kräfte der ewigen Materie für sich in Anspruch, und schließt jeden übernatürlichen Vorgang, jede zweckmäßige und bewußte Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers vollständig aus. Kant's kosmologische Gastheorie nimmt daher in der Anorganologie, und insbesondere in der Geologie eine ähnliche herrschende Stellung ein, und krönt in ähnlicher Weise unsere Gesammterkenntniß, wie Lamarck's biologische Descendenztheorie in der ganzen Biologie, und namentlich in der Anthropologie. Beide stützen sich ausschließlich auf mechanische oder bewußtlose Ursachen (Causae efficientes), nirgends auf zweckthätige oder bewußte Ursachen (Causae finales). (Vergl. oben S. 80—83). Beide erfüllen somit alle Anforderungen einer wissenschaftlichen Theorie und werden daher in allgemeiner Geltung bleiben, bis sie durch eine bessere ersetzt werden. Neuerdings sind mehrfache Versuche gemacht worden, Kant's Kosmogenie durch eine andere zu verdrängen; indessen sind diese Versuche bis jetzt so unbefriedigend und mangelhaft, daß sie nicht beanspruchen können, an deren Stelle zu treten.

Nach diesem allgemeinen Blick auf die monistische Kosmogenie oder die natürliche Entwickelungsgeschichte des Weltalls lassen Sie uns zu einem winzigen Bruchtheil desselben zurückkehren, zu unserer mütterlichen Erde, welche wir im Zustande einer feurigflüssigen, an beiden Polen abgeplatteten Kugel verlassen haben, deren Oberfläche sich durch Abkühlung zu einer ganz dünnen festen Rinde verdichtet hatte. Die erste Erstarrungskruste wird die ganze Oberfläche des Erdsphäroids als eine zusammenhängende, glatte, dünne Schale gleichmäßig überzogen haben. Bald aber wurde dieselbe uneben und höckerig. Indem nämlich bei fortschreitender Abkühlung der feuerflüssige Kern sich mehr und mehr verdichtete und zusammenzog, und so

der ganze Erddurchmesser sich verkleinerte, mußte die dünne starre Rinde, welche der weicheren Kernmasse nicht nachfolgen konnte, über derselben vielfach zusammenbrechen. Es würde zwischen beiden ein leerer Raum entstanden sein, wenn nicht der äußere Atmosphärendruck die zerbrechliche Rinde nach innen hinein gedrückt hätte. Andere Unebenheiten entstanden wahrscheinlich dadurch, daß an verschiedenen Stellen die soeben erstarrte und abgekühlte Rinde selbst sich zusammenzog und Sprünge oder Risse bekam. Der feurigflüssige Kern quoll von Neuem durch diese Sprünge hervor und erstarrte abermals. So entstanden schon frühzeitig mancherlei Erhöhungen und Vertiefungen, welche die ersten Grundlagen der Berge und der Thäler wurden.

Nachdem die Temperatur des abgekühlten Erdballs bis auf einen gewissen Grad gesunken war, erfolgte ein sehr wichtiger neuer Vorgang, nämlich die erste Entstehung des Wassers. Das Wasser war bisher nur in Dampfform in der den Erdball umgebenden Atmosphäre vorhanden gewesen. Offenbar konnte das Wasser sich erst zu tropfbarflüssigem Zustande verdichten, nachdem die Temperatur der Athmosphäre bedeutend gesunken war. Nun begann die weitere Umbildung der Erdrinde durch die Kraft des Wassers. Indem dasselbe beständig in Form von Regen niederfiel, hierbei die Erhöhungen der Erdrinde abspülte, die Vertiefungen durch den abgespülten Schlamm ausfüllte, und diesen schichtenweise ablagerte, bewirkte es die außerordentlich wichtigen neptunischen Umbildungen der Erdrinde, welche seitdem ununterbrochen fortdauerten, und auf welche wir im nächsten Vortrage noch einen näheren Blick werfen werden (Vergl. oben S. 48).

Erst nachdem die Erdrinde so weit abgekühlt war, daß das Wasser sich zu tropfbarer Form verdichtet hatte, erst als die bis dahin trockene Erdkruste zum ersten Male von flüssigem Wasser bedeckt wurde, konnte die Entstehung der ersten Organismen erfolgen. Denn alle Thiere und alle Pflanzen, alle Organismen überhaupt bestehen zum großen Theile oder zum größten Theile aus tropfbarflüssigem Wasser, welches mit anderen Materien in eigenthümlicher Weise sich verbindet, und diese in den festflüssigen Aggregatzustand versetzt. Wir

können also aus diesen allgemeinen Grundzügen der anorganischen Erdgeschichte zunächst die wichtige Thatsache folgern, daß zu irgend einer bestimmten Zeit das Leben auf der Erde seinen Anfang hatte, daß die irdischen Organismen nicht von jeher existirten, sondern in irgend einem bestimmten Zeitpunkte zum ersten Mal entstanden.

Wie haben wir uns nun diese Entstehung der ersten Organismen zu denken? Hier ist derjenige Punkt, an welchem die meisten Naturforscher noch heutzutage geneigt sind, den Versuch einer natürlichen Erklärung aufzugeben, und zu dem Wunder einer unbegreiflichen Schöpfung zu flüchten. Mit diesem Schritt treten sie, wie schon vorher bemerkt wurde, außerhalb des Gebiets der naturwissenschaftlichen Erkenntniß und verzichten auf jede wahre Einsicht in den nothwendigen Zusammenhang der Naturgeschichte. Ehe wir muthlos diesen letzten Schritt thun, ehe wir an der Möglichkeit jeder Erkenntniß dieses wichtigen Vorgangs verzweifeln, wollen wir wenigstens einen Versuch machen, denselben zu begreifen. Lassen Sie uns sehen, ob denn wirklich die Entstehung eines ersten Organismus aus anorganischem Stoffe, die Entstehung eines lebendigen Körpers aus lebloser Materie etwas ganz Undenkbares, außerhalb aller bekannten Erfahrung Stehendes sei. Lassen Sie uns mit einem Worte die Frage von der Urzeugung oder Archigonie untersuchen. Vor Allem ist hierbei erforderlich, sich die hauptsächlichsten Eigenschaften der beiden Hauptgruppen von Naturkörpern, der sogenannten leblosen oder anorganischen und der belebten oder organischen Körper klar zu machen, und das Gemeinsame einerseits, das Unterscheidende beider Gruppen andrerseits festzustellen. Auf diese Vergleichung der Organismen und Anorgane müssen wir hier um so mehr eingehen, als sie gewöhnlich sehr vernachlässigt wird, und als sie doch zu einem richtigen, einheitlichen oder monistischen Verständniß der Gesammtnatur ganz nothwendig ist. Am zweckmäßigsten wird es hierbei sein, die drei Grundeigenschaften jedes Naturkörpers, Stoff, Form und Kraft, gesondert zu betrachten. Beginnen wir zunächst mit dem Stoff. (Gen. Morph. II, 111.)

Durch die Chemie sind wir dahin gelangt, sämmtliche uns bekannte Körper zu zerlegen in eine geringe Anzahl von Elementen oder Grundstoffen, nicht weiter zerlegbaren Körpern, z. B. Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, ferner die verschiedenen Metalle Kalium, Natrium, Eisen, Gold u. s. w. Man zählt jetzt gegen siebzig solcher Elemente oder Grundstoffe. Die Mehrzahl derselben ist ziemlich unwichtig und selten; nur die Minderzahl ist allgemeiner verbreitet und setzt nicht allein die meisten Anorgane, sondern auch sämmtliche Organismen zusammen. Vergleichen wir nun diejenigen Elemente, welche den Körper der Organismen aufbauen, mit denjenigen, welche in den Anorganen sich finden, so haben wir zunächst die höchst wichtige Thatsache hervorzuheben, daß im Thier- und Pflanzenkörper kein Grundstoff vorkommt, der nicht auch außerhalb desselben in der leblosen Natur zu finden wäre. Es giebt keine besonderen organischen Elemente oder Grundstoffe.

Die chemischen und physikalischen Unterschiede, welche zwischen den Organismen und den Anorganen existiren, haben also ihren materiellen Grund nicht in einer verschiedenen Natur der sie zusammensetzenden *Grundstoffe*, sondern in der verschiedenen Art und Weise, in welcher die letzteren zu chemischen *Verbindungen* zusammengesetzt sind. Diese verschiedene Verbindungsweise bedingt zunächst gewisse physikalische Eigenthümlichkeiten, insbesondere in der *Dichtigkeit der Materie*, welche auf den ersten Blick eine tiefe Kluft zwischen beiden Körpergruppen zu begründen scheinen. Die geformten anorganischen oder leblosen Naturkörper, die Krystalle und die amorphen Gesteine, befinden sich in einem Dichtigkeitszustande, den wir den festen nennen, und den wir entgegensetzen dem tropfbarflüssigen Dichtigkeitszustande des Wassers und dem gasförmigen Dichtigkeitszustande der Luft. Es ist Ihnen bekannt, daß diese drei verschiedenen Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände der Anorgane durchaus nicht den verschiedenen Elementen eigenthümlich, sondern die Folgen eines bestimmten Temperaturgrades sind. Jeder anorganische feste Körper kann durch Erhöhung der Temperatur zunächst

in den tropfbarflüssigen oder geschmolzenen, und durch weitere Erhitzung in den gasförmigen oder elastischflüssigen Zustand versetzt werden. Ebenso kann jeder gasförmige Körper durch gehörige Erniedrigung der Temperatur zunächst in den tropfbarflüssigen und weiterhin in den festen Dichtigkeitszustand gebracht werden.

Im Gegensatze zu diesen drei Dichtigkeitszuständen der Anorgane befindet sich der lebendige Körper aller Organismen, Thiere sowohl als Pflanzen, in einem ganz eigenthümlichen, vierten Aggregatzustande. Dieser ist weder fest, wie Gestein, noch tropfbarflüssig, wie Wasser; vielmehr hält er zwischen diesen beiden Zuständen die Mitte, und kann daher als der festflüssige oder gequollene Aggregatzustand bezeichnet werden. In allen lebenden Körpern ohne Ausnahme ist eine gewisse Menge Wasser mit fester Materie in ganz eigenthümlicher Art und Weise verbunden, und eben durch diese charakteristische Verbindung des Wassers mit der organischen Materie entsteht jener weiche, weder feste noch flüssige, Aggregatzustand, welcher für die mechanische Erklärung der Lebenserscheinungen von der größten Bedeutung ist. Die Ursache desselben liegt wesentlich in den physikalischen und chemischen Eigenschaften eines einzigen unzerlegbaren Grundstoffs, des K o h l e n s t o f f s.

Von allen Elementen ist der Kohlenstoff für uns bei weitem das wichtigste und interessanteste, weil bei allen uns bekannten Thier- und Pflanzenkörpern dieser Grundstoff die größte Rolle spielt. Er ist dasjenige Element, welches durch seine eigenthümliche Neigung zur Bildung verwickelter Verbindungen mit den andern Elementen die größte Mannichfaltigkeit in der chemischen Zusammensetzung, und daher auch in den Formen und Lebenseigenschaften der Thier- und Pflanzenkörper hervorruft. Der Kohlenstoff zeichnet sich ganz besonders dadurch aus, daß er sich mit den andern Elementen in unendlich mannichfaltigen Zahlen- und Gewichtsverhältnissen verbinden kann. Es entstehen zunächst durch Verbindung des Kohlenstoffs mit drei andern Elementen, dem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff (zu denen sich meist auch noch Schwefel und häufig Phosphor gesellt), jene äußerst

wichtigen Verbindungen, welche wir als das erste und unentbehrlichste Substrat aller Lebenserscheinungen kennen gelernt haben, die eiweißartigen Verbindungen oder Albuminkörper (Proteinstoffe). Schon früher (S. 142) haben wir in den Moneren Organismen der allereinfachsten Art kennen gelernt, deren ganzer Körper in vollkommen ausgebildetem Zustande aus weiter Nichts besteht, als aus einem festflüssigen eiweißartigen Klümpchen, Organismen, welche für die Lehre von der ersten Entstehung des Lebens von der allergrößten Bedeutung sind. Aber auch die meisten übrigen Organismen sind zu einer gewissen Zeit ihrer Existenz, wenigstens in der ersten Zeit ihres Lebens, als Eizellen oder Keimzellen, im Wesentlichen weiter Nichts als einfache Klümpchen eines solchen eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma oder Protoplasma. Sie sind dann von den Moneren nur dadurch verschieden, daß im Inneren des eiweißartigen Körperchens sich der Zellenkern (Nucleus) von dem umgebenden Zellstoff (Protoplasma) gesondert hat. Wie wir schon früher zeigten, sind Zellen von ganz einfacher Beschaffenheit die Staatsbürger, welche durch ihr Zusammenwirken und ihre Sonderung den Körper auch der vollkommensten Organismen, einen republikanischen Zellenstaat, aufbauen (S. 246). Die entwickelten Formen und Lebenserscheinungen des letzteren werden lediglich durch die Thätigkeit jener eiweißartigen Körperchen zu Stande gebracht.

Es darf als einer der größten Triumphe der neueren Biologie, insbesondere der Gewebelehre angesehen werden, daß wir jetzt im Stande sind, das Wunder der Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen, daß wir die unendlich mannichfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweißkörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben. Alle verschiedenen Formen der Organismen sind zunächst und unmittelbar das Resultat der Zusammensetzung aus verschiedenen Formen von Zellen. Die unendlich mannichfaltigen Verschiedenheiten in der Form, Größe und Zusammensetzung der Zellen sind aber erst

allmählich durch die Arbeitstheilung und Vervollkommnung der einfachen gleichartigen Plasmaklümpchen entstanden, welche ursprünglich allein den Zellenleib bildeten. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, daß auch die Grunderscheinungen des organischen Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, ebenso in ihren höchst zusammengesetzten wie in ihren einfachsten Aeußerungen, auf die materielle Beschaffenheit jenes eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma, zurückzuführen sind. Aus jenen beiden haben sich die übrigen Lebensthätigkeiten erst allmählich hervorgebildet. So hat denn gegenwärtig die allgemeine Erklärung des Lebens für uns nicht mehr Schwierigkeit als die Erklärung der physikalischen Eigenschaften der anorganischen Körper. Alle Lebenserscheinungen und Gestaltungsprocesse der Organismen sind ebenso unmittelbar durch die chemische Zusammensetzung und den physikalischen Zustand der organischen Materie bedingt, wie die Lebenserscheinungen der anorganischen Krystalle, d. h. die Vorgänge ihres Wachsthums und ihrer specifischen Formbildung, die unmittelbaren Folgen ihrer chemischen Zusammensetzung und ihres physikalischen Zustandes sind. Die *letzten* Ursachen bleiben uns freilich in *beiden* Fällen gleich verborgen. Wenn Gold und Kupfer im tesseralen, Wismuth und Antimon im hexagonalen, Jod und Schwefel im rhombischen Krystallsystem krystallisiren, so ist uns dies im Grunde nicht mehr und nicht weniger räthselhaft, als jeder elementare Vorgang der organischen Formbildung, jede Selbstgestaltung der organischen Zelle. Auch in dieser Beziehung können wir gegenwärtig den fundamentalen Unterschied zwischen Organismen und anorganischen Körpern nicht mehr festhalten, von welchem man früher allgemein überzeugt war.

Betrachten wir zweitens die Uebereinstimmungen und Unterschiede, welche die *Formbildung* der organischen und anorganischen Naturkörper uns darbietet (Gen. Morph. I, 130). Als Hauptunterschied in dieser Beziehung sah man früher die einfache Structur der letzteren, den zusammengesetzten Bau der ersteren an. Der Körper aller Organismen sollte aus ungleichartigen oder heterogenen Theilen zusammengesetzt sein, aus Werkzeugen oder Organen, welche zum

Zweck des Lebens zusammenwirken. Dagegen sollten auch die vollkommensten Anorgane, die Krystalle, durch und durch aus gleichartiger oder homogener Materie bestehen. Dieser Unterschied erscheint sehr wesentlich. Allein er verliert alle Bedeutung dadurch, daß wir in den letzten Jahren die höchst merkwürdigen und wichtigen Moneren kennen gelernt haben[15]). (Vergl. oben S. 142—144). Der ganze Körper dieser einfachsten von allen Organismen, ein festflüssiges, formloses und structurloses Eiweißklümpchen, besteht in der That nur aus einer einzigen chemischen Verbindung, und ist ebenso vollkommen einfach in seiner Structur, wie jeder Krystall, der aus einer einzigen anorganischen Verbindung, z. B. einem Metallsalze, oder aus einem einzigen Elemente, z. B. Schwefel oder Blei besteht.

Ebenso wie in der inneren Structur oder Zusammensetzung, hat man auch in der äußeren Form durchgreifende Unterschiede zwischen den Organismen und Anorganen finden wollen, insbesondere in der mathematisch bestimmbaren Krystallform der letzteren. Allerdings ist die Krystallisation vorzugsweise eine Eigenschaft der sogenannten Anorgane. Die Krystalle werden begrenzt von ebenen Flächen, welche in geraden Linien und unter bestimmten meßbaren Winkeln zusammenstoßen. Die Thier- und Pflanzengestalt dagegen scheint auf den ersten Blick keine derartige geometrische Bestimmung zuzulassen. Sie ist meistens von gebogenen Flächen und krummen Linien begrenzt, welche unter veränderlichen Winkeln zusammenstoßen. Allein wir haben in neuerer Zeit in den Radiolarien[23]) und in vielen anderen Protisten eine große Anzahl von niederen Organismen kennen gelernt, bei denen der Körper in gleicher Weise, wie bei den Krystallen, auf eine mathematisch bestimmbare Grundform sich zurückführen läßt, bei denen die Gestalt im Ganzen wie im Einzelnen durch geometrisch bestimmbare Flächen, Kanten und Winkel begrenzt wird. In meiner allgemeinen Grundformenlehre oder Promorphologie habe ich hierfür die ausführlichen Beweise geliefert, und zugleich ein allgemeines Formensystem aufgestellt, dessen ideale stereometrische Grundformen ebenso gut die realen Formen der anorganischen Krystalle wie

der organischen Individuen erklären (Gen. Morph. II, 375—574). Außerdem giebt es übrigens auch vollkommen amorphe Organismen, wie die Moneren, Amöben u. s. w., welche jeden Augenblick ihre Gestalt wechseln, und bei denen man ebenso wenig eine bestimmte Grundform nachweisen kann, als es bei den formlosen oder amorphen Anorganen, bei den nicht krystallisirten Gesteinen, Niederschlägen u. s. w. der Fall ist. Wir sind also nicht im Stande, irgend einen principiellen Unterschied in der äußeren Form oder in der inneren Structur der Anorgane und Organismen aufzufinden.

Wenden wir uns drittens an die Kräfte oder an die Bewegungserscheinungen dieser beiden verschiedenen Körpergruppen (Gen. Morph. I, 140). Hier stoßen wir auf die größten Schwierigkeiten. Die Lebenserscheinungen, wie sie die meisten Menschen nur von hoch ausgebildeten Organismen, von vollkommneren Thieren und Pflanzen kennen, erscheinen so räthselhaft, so wunderbar, so eigenthümlich, daß die Meisten der bestimmten Ansicht sind, in der anorganischen Natur komme gar nichts Aehnliches oder nur entfernt damit Vergleichbares vor. Man nennt ja eben deshalb die Organismen belebte und die Anorgane leblose Naturkörper. Daher erhielt sich bis in unser Jahrhundert hinein, selbst in der Wissenschaft, die sich mit der Erforschung der Lebenserscheinungen beschäftigt, in der Physiologie, die irrthümliche Ansicht, daß die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materie nicht zur Erklärung der Lebenserscheinungen ausreichten. Heutzutage, namentlich seit dem letzten Jahrzehnt, darf diese Ansicht als völlig überwunden angesehen werden. In der Physiologie wenigstens hat sie nirgends mehr eine Stätte. Es fällt heutzutage keinem Physiologen mehr ein, irgend welche Lebenserscheinungen als das Resultat einer wunderbaren Lebenskraft aufzufassen, einer besonderen zweckmäßig thätigen Kraft, welche außerhalb der Materie steht, und welche die physikalisch-chemischen Kräfte gewissermaßen nur in ihren Dienst nimmt. Die heutige Physiologie ist zu der streng monistischen Ueberzeugung gelangt, daß sämmtliche Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung

und Fortpflanzung, rein physikalisch-chemische Vorgänge, und ebenso unmittelbar von der materiellen Beschaffenheit des Organismus abhängig sind, wie alle physikalischen und chemischen Eigenschaften oder Kräfte eines jeden Krystalles lediglich durch seine materielle Zusammensetzung bedingt werden. Da nun derjenige Grundstoff, welcher die eigenthümliche materielle Zusammensetzung der Organismen bedingt, der Kohlenstoff ist, so müssen wir alle Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, in letzter Linie auf die chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs zurückführen. Diese allein, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die eigenthümliche Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigenthümlichen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben" zu nennen pflegt.

Um diesen höchst wichtigen Satz richtig zu würdigen, ist es vor Allem nöthig, diejenigen Bewegungserscheinungen scharf in's Auge zu fassen, welche beiden Gruppen von Naturkörpern gemeinsam sind. Unter diesen steht obenan das Wachsthum. Wenn Sie irgend eine anorganische Salzlösung langsam verdampfen lassen, so bilden sich darin Salzkrystalle, welche bei weiter gehender Verdunstung des Wassers langsam an Größe zunehmen. Dieses Wachsthum erfolgt dadurch, daß immer neue Theilchen aus dem flüssigen Aggregatzustande in den festen übergehen und sich an den bereits gebildeten festen Krystallkern nach bestimmten Gesetzen anlagern. Durch solche Anlagerung oder Apposition der Theilchen entstehen die mathematisch bestimmten Krystallformen. Ebenso durch Aufnahme neuer Theilchen geschieht auch das Wachsthum der Organismen. Der Unterschied ist nur der, daß beim Wachsthum der Organismen in Folge ihres festflüssigen Aggregatzustandes die neu aufgenommenen Theilchen in's Innere des Organismus vorrücken (Intussusception), während die Anorgane nur durch Apposition, durch Ansatz neuer, gleichartiger

Materie von außen her zunehmen. Indeß ist dieser wichtige Unterschied des Wachsthums durch Intussusception und durch Apposition augenscheinlich nur die nothwendige und unmittelbare Folge des verschiedenen Dichtigkeitszustandes oder Aggregatzustandes der Organismen und der Anorgane.

Ich kann hier an dieser Stelle leider nicht näher die mancherlei höchst interessanten Parallelen und Analogien verfolgen, welche sich zwischen der Bildung der vollkommensten Anorgane, der Krystalle, und der Bildung der einfachsten Organismen, der Moneren und der nächst verwandten Formen, vorfinden. Ich muß Sie in dieser Beziehung auf die eingehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane verweisen, welche ich im fünften Capitel meiner generellen Morphologie durchgeführt habe (Gen. Morph. I, 111—166). Dort habe ich ausführlich bewiesen, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den organischen und anorganischen Naturkörpern weder in Bezug auf Form und Structur, noch in Bezug auf Stoff und Kraft existiren, daß die wirklich vorhandenen Unterschiede von der eigenthümlichen Natur des Kohlenstoffs abhängen, und daß keine unübersteigliche Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur existirt. Besonders einleuchtend erkennen Sie diese höchst wichtige Thatsache, wenn Sie die Entstehung der Formen bei den Krystallen und bei den einfachsten organischen Individuen vergleichend untersuchen. Auch bei der Bildung der Krystallindividuen treten zweierlei verschiedene, einander entgegenwirkende Bildungstriebe in Wirksamkeit. Die innere Gestaltungskraft oder der innere Bildungstrieb, welcher der Erblichkeit der Organismen entspricht, ist bei dem Krystalle der unmittelbare Ausfluß seiner materiellen Constitution oder seiner chemischen Zusammensetzung. Die Form des Krystalles, soweit sie durch diesen inneren, ureigenen Bildungstrieb bestimmt wird, ist das Resultat der specifisch bestimmten Art und Weise, in welcher sich die kleinsten Theilchen der krystallisirenden Materie nach verschiedenen Richtungen hin gesetzmäßig an einander lagern. Dieser selbstständigen inneren Bildungskraft, welche der Materie selbst unmittelbar anhaftet,

wirkt eine zweite formbildende Kraft geradezu entgegen. Diese äußere Gestaltungskraft oder den äußeren Bildungstrieb können wir bei den Krystallen ebenso gut wie bei den Organismen als Anpassung bezeichnen. Jedes Krystallindividuum muß sich während seiner Entstehung ganz ebenso wie jedes organische Individuum den umgebenden Einflüssen und Existenzbedingungen der Außenwelt unterwerfen und anpassen. In der That ist die Form und Größe eines jeden Krystalles abhängig von seiner gesammten Umgebung, z. B. von dem Gefäß, in welchem die Krystallisation stattfindet, von der Temperatur und von dem Luftdruck, unter welchem der Krystall sich bildet, von der Anwesenheit oder Abwesenheit ungleichartiger Körper u. s. w. Die Form jedes einzelnen Krystalles ist daher ebenso wie die Form jedes einzelnen Organismus das Resultat der Gegenwirkung zweier einander gegenüber stehender Factoren, des inneren Bildungstriebes, der durch die chemische Constitution der eigenen Materie gegeben ist, und des äußeren Bildungstriebes, welcher durch die Einwirkung der umgebenden Materie bedingt ist. Beide in Wechselwirkung stehende Gestaltungskräfte sind im Organismus ebenso wie im Krystall rein mechanischer Natur, unmittelbar an dem Stoffe des Körpers haftend. Wenn man das Wachsthum und die Gestaltung der Organismen als einen Lebensprozeß bezeichnet, so kann man dasselbe eben so gut von dem sich bildenden Krystall behaupten. Die teleologische Naturbetrachtung, welche in den organischen Formen zweckmäßig eingerichtete Schöpfungsmaschinen erblickt, muß folgerichtiger Weise dieselben auch in den Krystallformen anerkennen. Die Unterschiede, welche sich zwischen den einfachsten organischen Individuen und den anorganischen Krystallen vorfinden, sind durch den festen Aggregatzustand der letzteren, durch den festflüssigen Zustand der ersteren bedingt. Im Uebrigen sind die bewirkenden Ursachen der Form in beiden vollständig dieselben. Ganz besonders klar drängt sich Ihnen diese Ueberzeugung auf, wenn Sie die höchst merkwürdigen Erscheinungen von dem Wachsthum, der Anpassung und der „Wechselbeziehung oder Correlation der Theile" bei den ent-

stehenden Krystallen mit den entsprechenden Erscheinungen bei der Entstehung der einfachsten organischen Individuen (Moneren und Zellen) vergleichen. Die Analogie zwischen Beiden ist so groß, daß wirklich keine scharfe Grenze zu ziehen ist. In meiner generellen Morphologie habe ich hierfür eine Anzahl von schlagenden Thatsachen angeführt (Gen. Morph. I, 146, 156, 158).

Wenn Sie diese „Einheit der organischen und anorganischen Natur", diese wesentliche Uebereinstimmung der Organismen und Anorgane in Stoff, Form und Kraft sich lebhaft vor Augen halten, wenn Sie sich erinnern, daß wir nicht im Stande sind, irgend welche fundamentalen Unterschiede zwischen diesen beiderlei Körpergruppen festzustellen (wie sie früherhin allgemein angenommen wurden), so verliert die Frage von der Urzeugung sehr viel von der Schwierigkeit, welche sie auf den ersten Blick zu haben scheint. Es wird uns dann die Entwickelung des ersten Organismus aus anorganischer Materie als ein viel leichter denkbarer und verständlicher Proceß erscheinen, als es bisher der Fall war, wo man jene künstliche absolute Scheidewand zwischen organischer oder belebter und anorganischer oder lebloser Natur aufrecht erhielt.

Bei der Frage von der Urzeugung oder Archigonie, die wir jetzt bestimmter beantworten können, erinnern Sie sich zunächst daran, daß wir unter diesem Begriff ganz allgemein die elternlose Zeugung eines organischen Individuums, die Entstehung eines Organismus unabhängig von einem elterlichen oder zeugenden Organismus verstehen. In diesem Sinne haben wir früher die Urzeugung (Archigonia) der Elternzeugung oder Fortpflanzung (Tocogonia) entgegengesetzt (S. 141). Bei der letzteren entsteht das organische Individuum dadurch, daß ein größerer oder geringerer Theil von einem bereits bestehenden Organismus sich ablöst und selbstständig weiter wächst (Gen. Morph. II, 32).

Von der Urzeugung, welche man auch oft als freiwillige oder ursprüngliche Zeugung bezeichnet (Generatio spontanea, aequivoca, primaria etc.), müssen wir zunächst zwei wesentlich verschiedene Arten

unterscheiden, nämlich die Autogonie und die Plasmogonie. Unter Autogonie verstehen wir die Entstehung eines einfachsten organischen Individuums in einer anorganischen Bildungsflüssigkeit, d. h. in einer Flüssigkeit, welche die zur Zusammensetzung des Organismus erforderlichen Grundstoffe in einfachen und festen Verbindungen gelöst enthält (z. B. Kohlensäure, Ammoniak, binäre Salze u. s. w.). Plasmogonie dagegen nennen wir die Urzeugung dann, wenn der Organismus in einer organischen Bildungsflüssigkeit entsteht, d. h. in einer Flüssigkeit, welche jene erforderlichen Grundstoffe in Form von verwickelten und lockeren Kohlenstoffverbindungen gelöst enthält (z. B. Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten ꝛc.) (Gen. Morph. I, 174; II, 33).

Der Vorgang der Autogonie sowohl als der Plasmogonie ist bis jetzt noch nicht direct mit voller Sicherheit beobachtet. In älterer und neuerer Zeit hat man über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Urzeugung sehr zahlreiche und zum Theil auch interessante Versuche angestellt. Allein diese Experimente beziehen sich fast sämmtlich nicht auf die Autogonie, sondern auf die Plasmogonie, auf die Entstehung eines Organismus aus bereits gebildeter organischer Materie. Offenbar hat aber für unsere Schöpfungsgeschichte dieser letztere Vorgang nur ein untergeordnetes Interesse. Es kommt für uns vielmehr darauf an, die Frage zu lösen: „Giebt es eine Autogenie?" Ist es möglich, daß ein Organismus nicht aus vorgebildeter organischer, sondern aus rein anorganischer Materie entsteht?" Daher können wir hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche sich nur auf die Plasmogonie beziehen, welche in dem letzten Jahrzehnt mit besonderem Eifer betrieben worden sind, und welche meist ein negatives Resultat hatten, bei Seite lassen Denn angenommen auch, es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie streng bewiesen, so wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Versuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein sicheres positives Resultat geliefert. Jedoch müssen wir uns von vorn herein auf das Bestimmteste dagegen verwahren, daß durch diese

Experimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewiesen sei. Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: „Es ist überhaupt unmöglich, daß Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen.“ Diese leichtfertige und unüberlegte Behauptung stützten sie einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter Nichts beweisen konnten, als daß unter diesen oder jenen, höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Versuchen, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen, in höchst künstlicher Weise angestellt wurden, den Schluß ziehen, daß die Urzeugung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines solches Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden. Denn wie können wir wissen, daß in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja, wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen. Denken Sie allein an die Thatsache, daß die ungeheuren Massen von Kohlenstoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlengebirgen abgelagert finden, erst durch die Thätigkeit des Pflanzenlebens in feste Form gebracht, und die mächtig zusammengepreßten und verdichteten Ueberreste von zahllosen Pflanzenleichen sind, die sich im Laufe vieler Millionen Jahre anhäuften. Allein zu der Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde nach der Entstehung des tropfbarflüssigen Wassers zum ersten Male Organismen durch Urzeugung sich bildeten, waren jene unermeßlichen Kohlenstoffquantitäten in ganz anderer Form vorhanden, wahrscheinlich größtentheils in Form von Kohlensäure in der Atmosphäre vertheilt. Die ganze Zusammensetzung der Atmosphäre war also außerordent-

lich von der jetzigen verschieden. Ferner waren, wie sich aus chemischen, physikalischen und geologischen Gründen schließen läßt, der Dichtigkeitszustand und die elektrischen Verhältnisse der Athmosphäre nothwendiger Weise ganz andere. Ebenso war auch jedenfalls die chemische und physikalische Beschaffenheit des Urmeeres, welches damals als eine ununterbrochene Wasserhülle die ganze Erdoberfläche im Zusammenhang bedeckte, ganz eigenthümlich. Temperatur, Dichtigkeit, Salzgehalt u. s. w. müssen sehr von denen der jetzigen Meere verschieden gewesen sein. Es bleibt also auf jeden Fall für uns, wenn wir auch sonst Nichts weiter davon wissen, die Annahme wenigstens nicht bestreitbar, daß zu jener Zeit unter ganz anderen Bedingungen eine Urzeugung möglich gewesen sei, die heutzutage vielleicht nicht mehr möglich ist.

Nun kommt aber dazu, daß durch die neueren Fortschritte der Chemie und Physiologie das Räthselhafte und Wunderbare, das zunächst der viel bestrittene und doch nothwendige Vorgang der Urzeugung an sich zu haben scheint, größtentheils oder eigentlich ganz zerstört worden ist. Es ist erst vierzig Jahre her, daß noch sämmtliche Chemiker behaupteten, wir seien nicht im Stande, irgend eine zusammengesetzte Kohlenstoffverbindung oder eine sogenannte „organische Verbindung" künstlich in unseren Laboratorien herzustellen. Nur die mystische „Lebenskraft" sollte diese Verbindungen zu Stande bringen können. Als daher 1828 W ö h l e r in Göttingen zum ersten Male dieses Dogma thatsächlich widerlegte, und auf künstlichem Wege aus rein anorganischen Körpern (Cyan- und Ammoniakverbindungen) den rein „organischen" Harnstoff darstellte, war man im höchsten Grade erstaunt und überrascht. In der neueren Zeit ist es nun durch die Fortschritte der synthetischen Chemie gelungen, derartige „organische" Kohlenstoffverbindungen rein künstlich in großer Mannichfaltigkeit in unseren Laboratorien aus anorganischen Substanzen herzustellen, z. B. Alkohol, Essigsäure, Ameisensäure u. s. w. Selbst viele höchst verwickelte Kohlenstoffverbindungen werden jetzt künstlich zusammengesetzt, so daß alle Aussicht vorhanden ist, auch die am meisten zusammen-

gesetzten und zugleich die wichtigsten von allen, die Eiweißverbindungen oder Plasmakörper, früher oder später künstlich in unseren chemischen Werkstätten zu erzeugen. Dadurch ist aber die tiefe Kluft zwischen organischen und anorganischen Körpern, die man früher allgemein festhielt, größtentheils beseitigt, und für die Vorstellung der Urzeugung der Weg gebahnt.

Von noch größerer, ja von der allergrößten Wichtigkeit für die Hypothese der Urzeugung sind endlich die höchst merkwürdigen Moneren, jene schon vorher mehrfach erwähnten Lebewesen, welche nicht nur die einfachsten beobachteten, sondern auch überhaupt die denkbar einfachsten von allen Organismen sind [15]). Schon früher, als wir die einfachsten Erscheinungen der Fortpflanzung und Vererbung untersuchten, habe ich Ihnen diese wunderbaren „Organismen ohne Organ" beschrieben. Wir kennen jetzt schon sechs verschiedene Gattungen solcher Moneren, von denen einige im süßen Wasser, andere im Meere leben (vergl. oben S. 142—144). In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande stellen sie sämmtlich weiter Nichts dar, als ein structurloses Klümpchen einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung. Nur durch die Art der Fortpflanzung und Entwickelung, sowie der Nahrungsaufnahme sind die einzelnen Gattungen und Arten ein wenig verschieden. Durch die Entdeckung dieser Organismen, die von der allergrößten Bedeutung ist, verliert die Annahme einer Urzeugung den größten Theil ihrer Schwierigkeiten. Denn da denselben noch jede Organisation, jeder Unterschied ungleichartiger Theile fehlt, da alle Lebenserscheinungen von einer und derselben gleichartigen und formlosen Materie vollzogen werden, so können wir uns ihre Entstehung durch Urzeugung sehr wohl denken. Geschieht dieselbe durch Plasmagonie, ist bereits lebensfähiges Plasma vorhanden, so braucht dasselbe bloß sich zu individualisiren, in gleicher Weise, wie bei der Krystallbildung sich die Mutterlauge der Krystalle individualisirt. Geschieht dagegen die Urzeugung der Moneren durch wahre Autogonie, so ist dazu noch erforderlich, daß vorher jenes lebensfähige Plasma, jener Urschleim, aus einfacheren Kohlenstoffver-

bindungen sich bildet. Da wir jetzt im Stande sind, in unseren chemischen Laboratorien ähnliche zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen künstlich herzustellen, so liegt durchaus kein Grund für die Annahme vor, daß nicht auch in der freien Natur sich Verhältnisse finden, unter denen ähnliche Verbindungen entstehen können. Sobald man früherhin die Vorstellung der Urzeugung zu fassen suchte, scheiterte man sofort an der organischen Zusammensetzung auch der einfachsten Organismen, welche man damals kannte. Erst seitdem wir mit den höchst wichtigen Moneren bekannt geworden sind, erst seitdem wir in ihnen Organismen kennen gelernt haben, welche gar nicht aus Organen zusammengesetzt sind, welche bloß aus einer einzigen chemischen Verbindung bestehen, und dennoch wachsen, sich ernähren und fortpflanzen, ist jene Hauptschwierigkeit gelöst, und die Hypothese der Urzeugung hat dadurch denjenigen Grad von Wahrscheinlichkeit gewonnen, welcher sie berechtigt, die Lücke zwischen Kant's Kosmogenie und Lamarck's Descendenztheorie auszufüllen.

Nur solche homogene, noch gar nicht differenzirte Organismen, welche in ihrer gleichartigen Zusammensetzung aus einerlei Theilchen den organischen Krystallen gleichstehen, konnten durch Urzeugung entstehen, und konnten die Ureltern aller übrigen Organismen werden. Bei der weiteren Entwickelung derselben haben wir als den wichtigsten Vorgang zunächst die Bildung eines Kernes (Nucleus) in dem structurlosen Eiweißklümpchen anzusehen. Diese können wir uns rein physikalisch durch Verdichtung der innersten, centralen Eiweißtheilchen vorstellen. Die dichtere centrale Masse, welche anfangs allmählich in das peripherische Plasma überging, sonderte sich später ganz von diesem ab und bildete so ein selbstständiges rundes Eiweißkörperchen, den Kern. Durch diesen Vorgang ist aber bereits aus dem Moner eine Zelle geworden. Daß nun die weitere Entwickelung aller übrigen Organismen aus einer solchen Zelle keine Schwierigkeit hat, muß Ihnen aus den bisherigen Vorträgen klar geworden sein. Denn jedes Thier und jede Pflanze ist im Beginn ihres individuellen Lebens eine einfache Zelle. Der Mensch so gut, wie jedes andere Thier, ist an-

fangs weiter Nichts, als eine einfache Eizelle, ein einziges Schleimklümpchen, worin sich ein Kern befindet.

Ebenso wie der Kern der organischen Zellen durch Sonderung in der inneren oder centralen Masse der ursprünglichen gleichartigen Plasmaklümpchen entstand, so bildete sich die erste Zellhaut oder Membran an deren Oberfläche. Auch diesen einfachen, aber höchst wichtigen Vorgang können wir, wie oben schon bemerkt, einfach physikalisch erklären, entweder durch einen chemischen Niederschlag oder eine physikalische Verdichtung in der oberflächlichsten Rindenschicht, oder durch eine Ausscheidung. Eine der ersten Anpassungsthätigkeiten, welche die durch Urzeugung entstandenen Moneren ausübten, wird die Verdichtung einer äußeren Rindenschicht gewesen sein, welche als schützende Hülle das weichere Innere gegen die angreifenden Einflüsse der Außenwelt abschloß. War aber erst durch Verdichtung der homogenen Moneren im Inneren ein Zellkern, an der Oberfläche eine Zellhaut entstanden, so waren damit alle die fundamentalen Formen der Bausteine gegeben, aus denen durch Zusammensetzung sich erfahrungsgemäß der Körper sämmtlicher Organismen aufbaut.

Wie schon früher erwähnt wurde, beruht unser ganzes Verständniß des Organismus wesentlich auf der von Schleiden und Schwann vor dreißig Jahren aufgestellten Zellentheorie. Danach ist jeder Organismus entweder eine einfache Zelle oder eine Gemeinde, ein Staat von eng verbundenen Zellen. Die gesammten Formen und Lebenserscheinungen eines jeden Organismus sind das Gesammtresulrat der Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen ihn zusammensetzenden Zellen. Durch die neueren Fortschritte der Zellenlehre ist es nöthig geworden, die Elementarorganismen, oder die organischen „Individuen erster Ordnung,“ welche man gewöhnlich als „Zellen“ bezeichnet, mit dem allgemeineren und passenderen Namen der Bildnerinnen oder Plastiden zu belegen. Wir unterscheiden unter diesen Bildnerinnen zwei Hauptgruppen, nämlich Cytoden und echte Zellen. Die Cytoden sind kernlose Plasmastücke, gleich den Moneren (S. 144, Fig. 1). Die Zellen dagegen sind Plasmastücke, welche einen Kern

oder Nucleus enthalten (S. 145, Fig. 2). Jede dieser beiden Hauptformen von Plastiden zerfällt wieder in zwei untergeordnete Formgruppen, je nachdem sie eine äußere Umhüllung (Haut, Schale oder Membran) besitzen oder nicht. Wir können demnach allgemein folgende Stufenleiter von vier verschiedenen Plastidenarten unterscheiden, nämlich: 1. Urcytoden (S. 144, Fig. 1 B); 2. Hüllcytoden; 3. Urzellen (S. 145, Fig. 2 B); 4. Hüllzellen (S. 145, Fig. 2 A) (Gen. Morph. I, 269—289).

Was das Verhältniß dieser vier Plastidenformen zur Urzeugung betrifft, so ist folgendes das Wahrscheinlichste: 1. die Urcytoden (Gymnocytoda), nackte Plasmastücke ohne Kern, gleich den heute noch lebenden Moneren, sind die einzigen Plastiden, welche unmittelbar durch Urzeugung entstanden; 2. die Hüllcytoden (Lepocytoda), Plasmastücke ohne Kern, welche von einer Hülle (Membran oder Schale) umgeben sind, entstanden aus den Urcytoden entweder durch Verdichtung der oberflächlichsten Plasmaschichten oder durch Ausscheidung einer Hülle; 3. die Urzellen (Gymnocyta) oder nackte Zellen, Plasmastücke mit Kern, aber ohne Hülle, entstanden aus den Urcytoden durch Verdichtung der innersten Plasmatheile zu einem Kerne oder Nucleus, durch Differenzirung von centralem Kerne und peripherischem Zellstoff; 4. die Hüllzellen (Lepocyta) oder Hautzellen, Plasmastücke mit Kern und mit äußerer Hülle (Membran oder Schale), entstanden entweder aus den Hüllcytoden durch Bildung eines Kernes oder aus den Urzellen durch Bildung einer Membran. Alle übrigen Formen von Bildnerinnen oder Plastiden, welche außerdem noch vorkommen, sind erst nachträglich durch natürliche Züchtung, durch Abstammung mit Anpassung, durch Differenzirung und Umbildung aus jenen vier Grundformen entstanden.

Durch diese Plastidentheorie, durch diese Ableitung aller verschiedenen Plastidenformen und somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Organismen von den Moneren, kommt ein einfacher und natürlicher Zusammenhang in die gesammte Entwickelungstheorie. Die Entstehung der ersten Moneren durch Urzeugung er-

scheint uns als ein einfacher und nothwendiger Vorgang in dem Entwickelungsproceß des Erdkörpers. Wir geben zu, daß dieser Vorgang, so lange er noch nicht direct beobachtet oder durch das Experiment wiederholt ist, eine reine Hypothese bleibt. Allein ich wiederhole, daß diese Hypothese für den ganzen Zusammenhang der natürlichen Schöpfungsgeschichte unentbehrlich ist, daß sie an sich durchaus nichts Gezwungenes und Wunderbares mehr hat, und daß sie keinenfalls jemals positiv widerlegt werden kann. Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwickelungstheorie zum Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muß dann den ersten Organismus oder die wenigen ersten Organismen, von denen alle übrigen abstammen, jedenfalls einfachste Moneren oder Urcytoden, als solche geschaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, sich in mechanischer Weise weiter zu entwickeln. Ich überlasse es einem Jeden von Ihnen, zwischen dieser Vorstellung und der Hypothese der Urzeugung zu wählen. Mir scheint die Vorstellung, daß der Schöpfer an diesem einzigen Punkte willkürlich in den gesetzmäßigen Entwickelungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne seine Mitwirkung verläuft, ebenso unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wissenschaftlichen Verstand zu sein. Nehmen wir dagegen für die Entstehung der ersten Organismen die Hypothese der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbesondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, so gelangen wir zur Herstellung eines ununterbrochenen natürlichen Zusammenhanges zwischen der Entwickelung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der gesammten Natur und die Einheit ihrer Entwickelungsgesetze (Gen. Morph. I, 164).

Vierzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden.

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einschluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Culturwälder. System der währenddessen abgelagerten neptunischen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verflossenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Anteperioden. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinerungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Meine Herren! Von dem umgestaltenden Einfluß, welchen die Abstammungslehre auf alle Wissenschaften ausüben muß, wird wahrscheinlich nächst der Anthropologie kein anderer Wissenschaftszweig so sehr betroffen werden, als der beschreibende Theil der Naturgeschichte, die systematische Zoologie und Botanik. Die meisten Naturforscher, die sich bisher mit der Systematik der Thiere und Pflanzen beschäftigten, sammelten, benannten und ordneten die verschiedenen Arten dieser Naturkörper mit einem ähnlichen Interesse, wie die Alterthumsforscher

und Ethnographen die Waffen und Geräthschaften der verschiedenen Völker sammeln. Viele erhoben sich selbst nicht über denjenigen Grad der Wißbegierde, mit dem man Wappen, Briefmarken und ähnliche Curiositäten zu sammeln, zu etikettiren und zu ordnen pflegt. In ähnlicher Weise wie diese Sammler an der Formenmannichfaltigkeit, Schönheit oder Seltsamkeit der Wappen, Briefmarken u. s. w. ihre Freude finden, und dabei die erfinderische Bildungskunst der Menschen bewundern, in ähnlicher Weise ergötzen sich die meisten Naturforscher an den mannichfaltigen Formen der Thiere und Pflanzen, und erstaunen über die reiche Phantasie des Schöpfers, über seine unermüdliche Schöpfungsthätigkeit und über die seltsame Laune, in welcher er neben so vielen schönen, nützlichen und guten Organismen auch eine Anzahl häßlicher, unnützer und schlechter Formen gebildet habe.

Diese kindliche Behandlung der systematischen Zoologie und Botanik wird durch die Abstammungslehre gründlich vernichtet. An die Stelle des oberflächlichen und spielenden Interesses, mit welchem die Meisten bisher die organischen Gestalten betrachteten, tritt das weit höhere Interesse des erkennenden Verstandes, welcher in der Formverwandtschaft der Organismen ihre wahre Blutsverwandtschaft erblickt. Das natürliche System der Thiere und Pflanzen, welches man früher entweder nur als Namenregister zur übersichtlichen Ordnung der verschiedenen Formen oder als Sachregister zum kurzen Ausdruck ihres Aehnlichkeitsgrades schätzte, erhält durch die Abstammungslehre den ungleich höheren Werth eines wahren Stammbaumes der Organismen. Diese Stammtafel muß uns den genealogischen Zusammenhang der kleineren und größeren Gruppen enthüllen. Sie muß zu zeigen versuchen, in welcher Weise die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten des Thier- und Pflanzenreichs, den verschiedenen Zweigen, Aesten und Astgruppen ihres Stammbaums entsprechen. Jede weitere und höher stehende Kategorie oder Gruppenstufe des Systems (z. B. Klasse, Ordnung) umfaßt eine Anzahl von größeren und stärkeren

Zweigen des Stammbaums, jede engere und tiefer stehende Kategorie (z. B. Gattung, Art) nur eine kleinere und schwächere Gruppe von Aestchen. Nur wenn wir in dieser Weise das natürliche System als Stammbaum betrachten, können wir den wahren Werth desselben erkennen. (Gen. Morph. II., S. XVII, 397).

Indem wir an dieser genealogischen Auffassung des organischen Systems, welcher ohne Zweifel allein die Zukunft gehört, festhalten, können wir uns jetzt zu einer der wesentlichsten, aber auch schwierigsten Aufgaben der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" wenden, nämlich zur wirklichen Construction der organischen Stammbäume. Lassen Sie uns sehen, wie weit wir vielleicht schon jetzt im Stande sind, alle verschiedenen organischen Formen als die divergenten Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen gemeinschaftlichen Stammformen nachzuweisen. Wie können wir uns aber den wirklichen Stammbaum der thierischen und pflanzlichen Formengruppen aus den dürftigen und fragmentarischen bis jetzt darüber gewonnenen Erfahrungen construiren? Die Antwort hierauf liegt schon zum Theil in demjenigen, was wir früher über den Parallelismus der drei Entwickelungsreihen bemerkt haben, über den wichtigen ursächlichen Zusammenhang, welcher die paläontologische Entwickelung der ganzen organischen Stämme mit der embryologischen Entwickelung der Individuen und mit der systematischen Entwickelung der Gruppenstufen verbindet.

Zunächst werden wir uns zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe an die Phylogenie oder die paläontologische Entwickelungsgeschichte zu wenden haben. Denn wenn wirklich die Descendenztheorie wahr ist, wenn wirklich die versteinerten Reste der vormals lebenden Thiere und Pflanzen von den ausgestorbenen Urahnen und Vorfahren der jetzigen Organismen herrühren, so müßte uns eigentlich ohne Weiteres die Kenntniß und Vergleichung der Versteinerungen den Stammbaum der Organismen aufdecken. So einfach und einleuchtend nach dem theoretisch entwickelten Princip Ihnen dies erscheinen wird, so außerordentlich schwierig und verwickelt gestaltet sich die Aufgabe, wenn man sie wirklich in Angriff nimmt. Ihre

praktische Lösung würde schon sehr schwierig sein, wenn die Versteinerungen einigermaßen vollständig erhalten wären. Das ist aber keineswegs der Fall. Vielmehr ist die handgreifliche Schöpfungsurkunde, welche in den Versteinerungen begraben liegt, über alle Maaßen unvollständig. Daher erscheint es jetzt vor Allem nothwendig, diese Urkunde kritisch zu prüfen, und den Werth, welchen die Versteinerungen für die Entwickelungsgeschichte der organischen Stämme besitzen, zu bestimmen. Da ich Ihnen die allgemeine Bedeutung der Versteinerungen als „Denkmünzen der Schöpfung" bereits früher erörtert habe, als wir Cuvier's Verdienste um die Petrefactenkunde betrachteten, so können wir jetzt sogleich zur Untersuchung der Bedingungen und Verhältnisse übergehen, unter denen die organischen Körperreste versteinert und so für uns in mehr oder weniger kenntlicher Form erhalten wurden.

In der Regel finden wir Versteinerungen oder Petrefacten nur in denjenigen Gesteinen eingeschlossen, welche schichtenweise als Schlamm im Wasser abgelagert wurden, und welche man deshalb neptunische, geschichtete oder sedimentäre Gesteine nennt. Die Ablagerung solcher Schichten konnte natürlich erst beginnen, nachdem im Verlaufe der Erdgeschichte die Verdichtung des Wasserdampfes zu tropfbarflüssigem Wasser erfolgt war. Seit diesem Zeitpunkt, welchen wir im letzten Vortrage bereits betrachtet hatten, begann nicht allein das Leben auf der Erde, sondern auch eine ununterbrochene und höchst wichtige Umgestaltung der erstarrten anorganischen Erdrinde. Das Wasser begann seitdem jene außerordentlich wichtige mechanische Wirksamkeit, durch welche die Erdoberfläche fortwährend, wenn auch langsam, umgestaltet wird. Ich darf wohl als bekannt voraussetzen, welchen außerordentlich bedeutenden Einfluß in dieser Beziehung noch jetzt das Wasser in jedem Augenblick ausübt. Indem es als Regen niederfällt, die obersten Schichten der Erdrinde durchsickert und von den Erhöhungen in die Vertiefungen herabfließt, löst es verschiedene mineralische Bestandtheile des Bodens chemisch auf und spült mechanisch die locker zusammen hängenden Theilchen ab. An den Bergen herabfließend führt das Wasser

den Schutt derselben in die Ebene oder lagert ihn als Schlamm im stehenden Wasser ab. So arbeitet es beständig an einer Erniedrigung der Berge und Ausfüllung der Thäler. Ebenso arbeitet die Brandung des Meeres ununterbrochen an der Zerstörung der Küsten und an der Auffüllung des Meeresbodens durch die herabgeschlämmten Trümmer. So würde schon die Thätigkeit des Wassers allein, wenn sie nicht durch andere Umstände wieder aufgewogen würde, mit der Zeit die ganze Erde nivelliren. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gebirgsmassen, welche alljährlich als Schlamm dem Meere zugeführt werden und sich auf dessen Boden absetzen, so bedeutend sind, daß im Verlauf einer längeren oder kürzeren Periode, vielleicht von wenigen Millionen Jahren, die Erdoberfläche vollkommen geebnet und von einer zusammenhängenden Wasserschale umschlossen werden würde. Daß dies nicht geschieht, verdanken wir der fortdauernden vulkanischen und plutonischen Gegenwirkung des feurigflüssigen Erdinnern. Diese Reaction des geschmolzenen Kerns gegen die feste Rinde bedingt ununterbrochen wechselnde Hebungen und Senkungen an den verschiedensten Stellen der Erdoberfläche. Meistens geschehen diese Hebungen und Senkungen sehr langsam und allmählich; allein indem sie Jahrtausende hindurch fortdauern, bringen sie durch Summirung der kleinen Einzelwirkungen nicht minder großartige Resultate hervor, wie die entgegenwirkende und nivellirende Thätigkeit des Wassers.

Indem die Hebungen und Senkungen der verschiedenen Erdtheile im Laufe von Jahrmillionen vielfach mit einander wechseln, kömmt bald dieser bald jener Theil der Erdoberfläche über oder unter den Spiegel des Meeres. Es giebt vielleicht keinen Oberflächentheil der Erdrinde, der nicht in Folge dessen schon wiederholt über und unter dem Meeresspiegel gewesen wäre. Durch diesen vielfachen Wechsel erklärt sich die Mannichfaltigkeit und die verschiedene Zusammensetzung der zahlreichen neptunischen Gesteinsschichten, welche sich an den meisten Stellen in beträchtlicher Dicke über einander abgelagert haben. In den verschiedenen Geschichtsperioden, während deren die Ablagerung statt fand, lebte eine mannichfach verschiedene Bevölkerung von

Thieren und Pflanzen. Wenn die Leichen derselben auf den Boden der Gewässer herabsanken, drückten sie ihre Körperform in dem weichen Schlamme ab, und unverwesliche Theile, harte Knochen, Zähne, Schalen u. s. w. wurden unzerstört in demselben eingeschlossen. Sie blieben in dem Schlamm, der sich zu neptunischem Gestein verdichtete, erhalten, und dienten nun als Versteinerungen zur Charakteristik der betreffenden Schichten. Durch sorgfältige Vergleichung der verschiedenen über einander gelagerten Schichten und der in ihnen enthaltenen Versteinerungen ist es so möglich geworden, sowohl das relative Alter der Schichten und Schichtengruppen zu bestimmen, als auch die Hauptmomente der Phylogenie oder der Entwickelungsgeschichte der Thier- und Pflanzenstämme empirisch festzustellen.

Die verschiedenen über einander abgelagerten Schichten der neptunischen Gesteine, welche in sehr mannichfaltiger Weise aus Kalk, Thon und Sand zusammengesetzt sind, haben die Geologen gruppenweise in ein ideales System zusamengestellt, welches dem ganzen Zusammenhang der organischen Erdgeschichte entspricht, d. h. desjenigen Theiles der Erdgeschichte, während dessen organisches Leben existirte. Wie die sogenannte „Weltgeschichte" in größere und kleinere Perioden zerfällt, welche durch den zeitweiligen Entwickelungszustand der bedeutendsten Völker charakterisirt und durch hervorragende Ereignisse von einander abgegrenzt werden, so theilen wir auch die unendlich längere organische Erdgeschichte in eine Reihe von größeren oder kleineren Perioden ein. Jede dieser Perioden ist durch eine charakteristische Flora und Fauna, durch die besonders starke Entwickelung einer bestimmten Pflanzen- oder Thiergruppe ausgezeichnet, und jede ist von der vorhergehenden und folgenden Periode durch einen auffallenden Wechsel in der Zusammensetzung der Thier- und Pflanzenbevölkerung getrennt.

Für die nachfolgende Uebersicht des historischen Entwickelungsganges, den die großen Thier- und Pflanzenstämme genommen haben, ist es nothwendig, zunächst hier die systematische Classification der neptunischen Schichtengruppen und der denselben entsprechenden grö-

ßeren und kleineren Geschichtsperioden anzugeben. Wie Sie sogleich sehen werden, sind wir im Stande, die ganze Masse der über einanderliegenden Sedimentgesteine in fünf oberste Hauptgruppen oder Terrains, jedes Terrain in mehrere untergeordnete Schichtengruppen oder Systeme und jedes System von Schichten wiederum in noch kleinere Gruppen oder Formationen einzutheilen; endlich kann auch jede Formation wieder in Etagen oder Unterformationen, und jede von diesen wiederum in noch kleinere Lagen, Bänke u. s. w. eingetheilt werden. Jedes der fünf großen Terrains wurde während eines großen Hauptabschnittes der Erdgeschichte, während eines Zeitalters abgelagert; jedes System während einer kürzeren Periode, jede Formation während einer noch kürzeren Epoche u. s. w. Indem wir so die Zeiträume der organischen Erdgeschichte und die während derselben abgelagerten neptunischen und versteinerungsführenden Erdschichten in ein gegliedertes System bringen, verfahren wir genau wie die Historiker, welche die Völkergeschichte in die drei Hauptabschnitte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit, und jeden dieser Abschnitte wieder in untergeordnete Perioden und Epochen eintheilen. Wie aber der Historiker durch diese scharfe systematische Eintheilung und durch die bestimmte Abgrenzung der Perioden durch einzelne Jahreszahlen nur die Uebersicht erleichtern und keineswegs den ununterbrochenen Zusammenhang der Ereignisse und der Völkerentwickelung leugnen will, so gilt ganz dasselbe auch von unserer systematischen Eintheilung, Specification oder Classification der organischen Erdgeschichte. Auch hier geht der rothe Faden der zusammmenhängenden Entwickelung überall ununterbrochen hindurch. Wir verwahren uns also ausdrücklich gegen die Anschauung, als wollten wir durch unsere scharfe Abgrenzung der größeren und kleineren Schichtengruppen und der ihnen entsprechenden Zeiträume irgendwie an Cuvier's Lehre von den Erdrevolutionen und von den wiederholten Neuschöpfungen der organischen Bevölkerung anknüpfen. Daß diese irrige Lehre durch Lyell längst gründlich widerlegt ist, habe ich Ihnen bereits früher gezeigt. (S. 48, 99).

Die fünf großen Hauptabschnitte der organischen Erdgeschichte oder der paläontologischen Entwickelungsgeschichte bezeichnen wir als primordiales, primäres, secundäres, tertiäres und quartäres Zeitalter. Jedes ist durch die vorwiegende Entwickelung bestimmter Thier- und Pflanzengruppen in demselben bestimmt charakterisirt, und wir könnten demnach auch die fünf Zeitalter einerseits durch die natürlichen Hauptgruppen des Pflanzenreichs, andrerseits durch die verschiedenen Klassen des Wirbelthierstammes anschaulich bezeichnen. Dann wäre das erste oder primordiale Zeitalter dasjenige der Tange und Rohrherzen, das zweite oder primäre Zeitalter das der Farne und Fische, das dritte oder secundäre Zeitalter das der Nadelwälder und Schleicher, das vierte oder tertiäre Zeitalter das der Laubwälder und Säugethiere, endlich das fünfte oder quartäre Zeitalter dasjenige des Menschen und seiner Cultur. Die Abschnitte oder Perioden, welche wir in jedem der fünf Zeitalter unterscheiden, werden durch die verschiedenen Systeme von Schichten bestimmt, in die jedes der fünf großen Terrains zerfällt. Lassen Sie uns jetzt noch einen flüchtigen Blick auf die Reihe dieser Systeme und zugleich auf die charakteristische Bevölkerung der fünf großen Zeitalter werfen.

Den ersten und längsten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet die Primordialzeit oder das Zeitalter der Tangwälder, das auch das archolithische oder archozoische Zeitalter genannt wird. Es umfaßt den ungeheuren Zeitraum von der ersten Urzeugung, von der Entstehung des ersten irdischen Organismus, bis zum Ende der silurischen Schichtenbildung. Während dieses unermeßlichen Zeitraumes, welcher wahrscheinlich viel länger war, als alle übrigen vier Zeiträume zusammengenommen, lagerten sich die drei mächtigsten von allen neptunischen Schichtensystemen ab, nämlich zu unterst das laurentische, darüber das cambrische und darüber das silurische System. Die ungefähre Dicke oder Mächtigkeit dieser drei Systeme zusammengenommen beträgt siebzigtausend Fuß. Davon kommen ungefähr 30,000 auf das laurentische, 18,000 auf das cambrische und 22,000 auf das silurische System. Die

durchschnittliche Mächtigkeit aller vier übrigen Terrains, des primären, secundären, tertiären und quartären zusammengenommen, mag dagegen etwa höchstens 60,000 Fuß betragen, und schon hieraus, abgesehen von vielen anderen Gründen, ergiebt sich, daß die Dauer der Primordialzeit wahrscheinlich viel länger war, als die Dauer der folgenden Zeitalter bis zur Gegenwart zusammengenommen. Viele Millionen von Jahrtausenden müssen zur Ablagerung solcher Schichtenmassen erforderlich gewesen sein. Leider befindet sich der bei weitem größte Theil der primordialen Schichtengruppen in dem sogleich zu erörternden metamorphischen Zustande, und dadurch sind die in ihnen enthaltenen Versteinerungen, die ältesten und wichtigsten von allen, größtentheils zerstört und unkenntlich geworden. Nur aus einem Theile der cambrischen und silurischen Schichten sind Petrefacten in größerer Menge und in kenntlichem Zustande erhalten worden. Die älteste von allen deutlich erhaltenen Versteinerungen, das später noch zu beschreibende „kanadische Morgenwesen" (Eozoon canadense) ist in den untersten laurentischen Schichten (in der Ottawaformation) gefunden worden.

Trotzdem die primordialen oder archolithischen Versteinerungen uns nur zum bei weitem kleinsten Theile in kenntlichem Zustande erhalten sind, besitzen dieselben dennoch den Werth unschätzbarer Documente für diese älteste und dunkelste Zeit der organischen Erdgeschichte. Zunächst scheint daraus hervorzugehen, daß während dieses ganzen ungeheuren Zeitraums nur Wasserbewohner existirten. Wenigstens ist bis jetzt unter allen archolithischen Petrefacten noch kein einziges gefunden worden, welches man mit Sicherheit auf einen landbewohnenden Organismus beziehen könnte. Alle Pflanzenreste, die wir aus der Primordialzeit besitzen, gehören zu der niedrigsten von allen Pflanzengruppen, zu der im Wasser lebenden Klasse der Tange oder Algen. Diese bildeten in dem warmen Urmeere der Primordialzeit mächtige Wälder, von deren Formenreichthum und Dichtigkeit uns noch heutigen Tages ihre Epigonen, die Tangwälder des atlantischen Sargassomeeres eine ungefähre Vorstellung geben mögen. Die co-

lossalen Tangwälder der archolithischen Zeit ersetzten damals die noch gänzlich fehlende Waldvegetation des Festlandes. Gleich den Pflanzen lebten auch alle Thiere, von denen man Reste in den archolithischen Schichten gefunden hat, im Wasser. Von den Gliederfüßern finden sich nur Krebsthiere, noch keine Spinnen und Insecten. Von den Wirbelthieren sind nur sehr wenige Fischreste bekannt, welche sich in den jüngsten von allen primordialen Schichten, in der oberen Silurformation vorfinden. Dagegen müssen die kopflosen Wirbelthiere, welche wir Rohrherzen oder Leptocardier nennen, und aus denen sich die Fische erst entwickeln konnten, massenhaft während der Primordialzeit gelebt haben. Daher können wir sie sowohl nach den Rohrherzen als nach den Tangen benennen.

Die Primärzeit oder das Zeitalter der Farnwälder, der zweite Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte, welchen man auch das paläolithische oder paläozoische Zeitalter nennt, dauerte vom Ende der silurischen Schichtenbildung bis zum Ende der permischen Schichtenbildung. Auch dieser Zeitraum war von sehr langer Dauer und zerfällt wiederum in drei Perioden, während deren sich drei mächtige Schichtensysteme ablagerten, nämlich zu unterst das devonische System oder der alte rothe Sandstein, darüber das carbonische oder Steinkohlensystem, und darüber das permische System oder der neue rothe Sandstein und der Zechstein. Die durchschnittliche Dicke dieser drei Systeme zusammengenommen mag etwa 42,000 Fuß betragen, woraus sich schon die ungeheure Länge der für ihre Bildung erforderlichen Zeiträume ergiebt.

Die devonischen und permischen Formationen sind vorzüglich reich an Fischresten, sowohl an Urfischen, als an Schmelzfischen. Aber noch fehlen in der primären Zeit gänzlich die Knochenfische. In der Steinkohle finden sich die ältesten Reste von landbewohnenden Thieren, und zwar sowohl Gliederfüßern (Spinnen und Insecten) als Wirbelthieren (Amphibien). Im permischen System kommen zu den Amphibien noch die höher entwickelten Schleicher oder Reptilien, und zwar unseren Eidechsen nahverwandte Formen (Proterosaurus 2c.).

Trotzdem können wir das primäre Zeitalter das der Fische nennen, weil diese wenigen Amphibien und Reptilien ganz gegen die ungeheure Menge der paläolithischen Fische zurücktreten. Ebenso wie die Fische unter den Wirbelthieren, so herrschen unter den Pflanzen während dieses Zeitraums die Farnpflanzen oder Filicinen vor, und zwar sowohl echte Farnkräuter und Farnbäume (Geopteriden), als Schaftfarne (Calamophyten) und Schuppenfarne (Lepidophyten). Diese landbewohnenden Farne oder Filicinen bildeten die Hauptmasse der dichten paläolithischen Inselwälder, deren fossile Reste uns in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenlagern des carbonischen Systems, und in den schwächeren Kohlenlagern des devonischen und permischen Systems erhalten sind. Sie berechtigen uns, die Primärzeit eben sowohl das Zeitalter der Farne, als das der Fische zu nennen.

Der dritte große Hauptabschnitt der paläontologischen Entwickelungsgeschichte wird durch die Secundärzeit oder das Zeitalter der Nadelwälder gebildet, welches auch das mesolithische oder mesozoische Zeitalter genannt wird. Es reicht vom Ende der permischen Schichtenbildung bis zum Ende der Kreideschichtenbildung, und zerfällt abermals in drei große Perioden. Die währenddessen abgelagerten Schichtensysteme sind zu unterst das Triassystem, in der Mitte das Jurasystem, und zu oberst das Kreidesystem. Die durchschnittliche Dicke dieser drei Systeme zusammengenommen bleibt schon weit hinter derjenigen der primären Systeme zurück und beträgt im Ganzen nur ungefähr 15,000 Fuß. Die Secundärzeit wird demnach wahrscheinlich nicht halb so lang als die Primärzeit gewesen sein.

Wie in der Primärzeit die Fische, so herrschen in der Secundärzeit die Schleicher oder Reptilien über alle übrigen Wirbelthiere vor. Zwar entstanden während dieses Zeitraums die ersten Vögel und Säugethiere; auch lebten damals wichtige Amphibien, und zu den zahlreich vorhandenen Urfischen und Schmelzfischen der älteren Zeit gesellten sich die ersten Knochenfische. Allein die ganz charakteristische und überwiegende Wirbelthierklasse der Secundärzeit bildeten

die höchst mannichfaltig entwickelten Reptilien. Neben solchen Schleichern, welche den heute noch lebenden Eidechsen, Krokodilen und Schildkröten sehr nahe standen, wimmelte es in der mesolithischen Zeit überall von abenteuerlich gestalteten Drachen, welche Meer, Land und Luft belebten. Insbesondere sind die merkwürdigen fliegenden Eidechsen oder Pterosaurier, die schwimmenden Seedrachen oder Halisaurier und die colossalen Landdrachen oder Dinosaurier der Secundärzeit ganz eigenthümlich, da sie weder vorher noch nachher lebten. Wie man demgemäß die Secundärzeit auch das Zeitalter der Schleicher oder Reptilien nennen könnte, so könnte sie andrerseits auch das Zeitalter der Nadelwälder, oder genauer der Gymnospermen oder Nacktsamenpflanzen heißen. Denn diese Pflanzengruppe, vorzugsweise durch die beiden wichtigen Klassen der Nadelhölzer oder Coniferen und der Palmfarne oder Cycadeen vertreten, setzte während der Secundärzeit ganz überwiegend den Bestand der Wälder zusammen. Die farnartigen Pflanzen traten dagegen zurück und die Laubhölzer entwickelten sich erst gegen Ende des Zeitalters, in der Kreidezeit.

Viel kürzer und weniger eigenthümlich als diese drei ersten Zeitalter war der vierte Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte, die Tertiärzeit oder das Zeitalter der Laubwälder. Dieser Zeitraum, welcher auch cenolithisches oder cenozoisches Zeitalter heißt, erstreckte sich vom Ende der Kreideschichtenbildung bis zum Ende der pliocenen Schichtenbildung. Die während dessen abgelagerten Schichten erreichen nur ungefähr eine mittlere Mächtigkeit von 3000 Fuß und bleiben demnach weit hinter den drei ersten Terrains zurück. Auch sind die drei Systeme, welche man in dem tertiären Terrain unterscheidet, nur schwer von einander zu trennen. Das älteste derselben heißt eocenes oder alttertiäres, das mittlere miocenes oder mitteltertiäres und das jüngste pliocenes oder neutertiäres System.

Die gesammte Bevölkerung der Tertiärzeit nähert sich im Ganzen und im Einzelnen schon viel mehr derjenigen der Gegenwart, als es in den vorhergehenden Zeitaltern der Fall war. Unter den Wirbelthieren überwiegt

von nun an die Klasse der Säugethiere bei weitem alle übrigen. Ebenso herrscht in der Pflanzenwelt die formenreiche Gruppe der Decksamenpflanzen oder Angiospermen vor, deren Laubhölzer die charakteristischen Laubwälder der Tertiärzeit bildeten. Die Abtheilung der Angiospermen besteht aus den beiden Klassen der Einkeimblättrigen oder Monocotyledonen und der Zweikeimblättrigen oder Dicotyledonen. Zwar hatten sich Angiospermen aus beiden Klassen schon in der Kreidezeit gezeigt, und Säugethiere treten schon in der Jurazeit oder selbst in dem jüngsten Abschnitt der Triaszeit auf. Allein beide Gruppen, Säugethiere und Decksamenpflanzen, erreichen ihre eigentliche Entwickelung und Oberherrschaft erst in der Tertiärzeit, so daß man diese mit vollem Rechte danach benennen kann.

Den fünften und letzten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet die Quartärzeit oder Culturzeit, derjenige, gegen die Länge der vier übrigen Zeitalter verschwindend kurze Zeitraum, den wir gewöhnlich in komischer Selbstüberhebung die „Weltgeschichte" zu nennen pflegen. Da die Ausbildung des Menschen und seiner Cultur, welche mächtiger als alle früheren Vorgänge auf die organische Welt umgestaltend einwirkte, dieses Zeitalter charakterisirt, so könnte man dasselbe auch die Menschenzeit, das anthropolithische oder anthropozoische Zeitalter nennen. Es könnte auch das Zeitalter der Culturwälder oder der Gärten heißen, weil selbst auf den niedrigeren Stufen der menschlichen Cultur ihr umgestaltender Einfluß sich bereits in der Benutzung der Wälder und ihrer Erzeugnisse, und somit auch in der Physiognomie der Landschaft bemerkbar macht. Geologisch können wir den Beginn dieses Zeitalters, welches bis zur Gegenwart reicht, durch das Ende der pliocenen Schichtenablagerung bezeichnen. Die neptunischen Schichten, welche während des verhältnißmäßig kurzen quartären Zeitraums abgelagert wurden, sind an den verschiedenen Stellen der Erde von sehr verschiedener, meist aber von sehr geringer Dicke. Man bringt dieselben in zwei verschiedene Systeme, von denen man das ältere als diluvial oder pleistocen, das neuere als alluvial oder recent bezeichnet.

Der biologische Charakter der Quartärzeit liegt wesentlich in der Entwickelung und Ausbreitung des menschlichen Organismus und seiner Cultur. Weit mehr als jeder andere Organismus hat der Mensch umgestaltend, zerstörend und neubildend auf die Thier- und Pflanzenbevölkerung der Erde eingewirkt. Aus diesem Grunde, — nicht weil wir dem Menschen im Uebrigen eine privilegirte Ausnahmestellung in der Natur einräumen — können wir mit vollem Rechte die Ausbreitung des Menschen mit seiner Cultur als Beginn eines besonderen letzten Hauptabschnitts der organischen Erdgeschichte bezeichnen. Wahrscheinlich fand allerdings die körperliche Entwickelung des Urmenschen aus menschenähnlichen Affen bereits in der jüngeren oder pliocenen, vielleicht sogar schon in der mittleren oder miocenen Tertiärzeit statt. Allein die eigentliche Entwickelung der menschlichen Sprache, welche wir als den wichtigsten Hebel für die Ausbildung der eigenthümlichen Vorzüge des Menschen und seiner Herrschaft über die übrigen Organismen betrachten, fällt wahrscheinlich erst in jenen Zeitraum, welchen man aus geologischen Gründen als pleistocene oder diluviale Zeit von der vorhergehenden Pliocenperiode trennt. Jedenfalls ist derjenige Zeitraum, welcher seit der Entwickelung der menschlichen Sprache bis zur Gegenwart verfloß, mag derselbe auch viele Jahrtausende und vielleicht Hunderttausende von Jahren in Anspruch genommen haben, verschwindend gering gegen die unermeßliche Länge der Zeiträume, welche vom Beginn des organischen Lebens auf der Erde bis zur Entstehung des Menschengeschlechts verflossen.

Man hat viele Versuche angestellt, die Zahl der Jahrtausende, welche diese Zeiträume zusammensetzen, annähernd zu berechnen. Man verglich die Dicke der Schlammschichten, welche erfahrungsgemäß während eines Jahrhunderts sich absetzen, und welche nur wenige Linien oder Zolle beträgt, mit der gesammten Dicke der geschichteten Gesteinsmassen, deren ideales System wir soeben überblickt haben. Diese Dicke mag im Ganzen durchschnittlich ungefähr 130,000 Fuß betragen, und hiervon kommen 70,000 auf das primordiale oder archolithische, 42,000 auf das primäre oder paläolithische, 15,000 auf

das secundäre oder mesolithische und endlich nur 3000 auf das tertiäre oder cenolithische Terrain. Die sehr geringe und nicht annähernd bestimmbare durchschnittliche Dicke des quartären oder anthropolithischen Terrains kommt dabei gar nicht in Betracht.

Die Dicke der Schlammschichten, welche während eines Jahrhunderts sich in der Gegenwart ablagern, und welche man als Basis jenes einfachen Rechenexempels benutzt, ist an den verschiedenen Stellen der Erde unter den ganz verschiedenen Bedingungen, unter denen überall die Ablagerung stattfindet, natürlich ganz verschieden. Sie ist sehr gering auf dem Boden des hohen Meeres, in den Betten breiter Flüsse mit kurzem Laufe, und in Landseen, welche sehr dürftige Zuflüsse erhalten. Sie ist verhältnißmäßig bedeutend an Meeresküsten mit starker Brandung, am Ausfluß großer Ströme mit langem Lauf und in Landseen mit starken Zuflüssen. An der Mündung des Missisippi, welcher sehr bedeutende Schlammmassen mit sich fortführt, würden in 100,000 Jahren nur etwa 600 Fuß abgelagert werden. Auf dem Grunde des offenen Meeres, weit von den Küsten entfernt, werden sich während dieses langen Zeitraums nur wenige Fuß Schlamm absetzen. Selbst an den Küsten, wo verhältnißmäßig viel Schlamm abgelagert wird, mag die Dicke der dadurch während eines Jahrhunderts gebildeten Schichten, wenn sie nachher sich zu festem Gesteine verdichtet haben, doch nur wenige Zolle oder Linien betragen. Jedenfalls aber bleiben alle auf dieses Verhältniß gegründeten Berechnungen ganz unsicher, und wir können uns auch nicht einmal annähernd die ungeheure Länge der Zeiträume vorstellen, welche zur Bildung jener neptunischen Schichtensysteme erforderlich waren. Nur relative, nicht absolute Zeitmaße sind hier anwendbar.

Man würde übrigens auch vollkommen fehlgehen, wenn man die Mächtigkeit jener Schichtensysteme allein als Maßstab für die inzwischen wirklich verflossene Zeit der Erdgeschichte betrachten wollte. Denn Hebungen und Senkungen der Erdrinde haben beständig mit einander gewechselt, und aller Wahrscheinlichkeit nach entspricht der mineralogische und paläontologische Unterschied, den man zwischen je

zwei auf einanderfolgenden Schichtensystemen und zwischen je zwei Formationen derselben wahrnimmt, einem beträchtlichen Zwischenraum von vielen Jahrtausenden, während dessen die betreffende Stelle der Erdrinde über das Wasser gehoben war. Erst nach Ablauf dieser Zwischenzeit, als eine neue Senkung diese Stelle wieder unter Wasser brachte, fand die Ablagerung einer neuen Bodenschicht statt. Da aber inzwischen die anorganischen und organischen Verhältnisse an diesem Orte eine beträchtliche Umbildung erfahren hatten, mußte die neugebildete Schlammschicht aus verschiedenen Bodenbestandtheilen zusammengesetzt sein und verschiedene Versteinerungen einschließen.

Die auffallenden Unterschiede, die zwischen den Versteinerungen zweier übereinander liegenden Schichten so häufig stattfinden, sind einfach und leicht nur durch die Annahme zu erklären, daß derselbe Punkt der Erdoberfläche wiederholten Senkungen und Hebungen ausgesetzt wurde. Noch gegenwärtig finden solche wechselnde Hebungen und Senkungen, welche wir der Reaction des feuerflüssigen Erdkerns gegen die erstarrte Rinde zuschreiben, in weiter Ausdehnung statt. So steigt z. B. die Küste von Schweden und ein Theil von der Westküste Südamerikas beständig langsam empor, während die Küste von Holland und ein Theil von der Ostküste Südamerikas langsam untersinkt. Das Steigen wie das Sinken geschieht nur sehr langsam und beträgt im Jahrhundert bald nur einige Linien, bald einige Zoll oder höchstens einige Fuß. Wenn aber diese Bewegung hunderte von Jahrtausenden hindurch ununterbrochen andauert, wird sie fähig, die höchsten Gebirge zu bilden.

Offenbar haben ähnliche Hebungen und Senkungen, wie sie an jenen Stellen noch heute zu messen sind, während des ganzen Verlaufs der organischen Erdgeschichte ununterbrochen an verschiedenen Stellen mit einander gewechselt. Nun ist es aber für die Beurtheilung unserer paläontologischen Schöpfungsurkunde außerordentlich wichtig, sich klar zu machen, daß bleibende Schichten sich bloß während langsamer Senkung des Bodens unter Wasser ablagern können, nicht aber während andauernder Hebung. Wenn der Boden langsam

mehr und mehr unter den Meeresspiegel versinkt, so gelangen die abgelagerten Schlammschichten in immer tieferes und ruhigeres Wasser, wo sie sich ungestört zu Gestein verdichten können. Wenn sich dagegen umgekehrt der Boden langsam hebt, so kommen die soeben abgelagerten Schlammschichten, welche Reste von Pflanzen und Thieren umschließen, sogleich wieder in den Bereich des Wogenspiels, und werden durch die Kraft der Brandung alsbald nebst den eingeschlossenen organischen Resten zerstört. Aus diesem einfachen, aber sehr gewichtigen Grunde können also nur während einer andauernden Senkung des Bodens sich reichlichere Schichten ablagern, in denen die organischen Reste erhalten bleiben. Wenn je zwei verschiedene übereinander liegende Formationen oder Schichten mithin zwei verschiedenen Senkungsperioden entsprechen, so müssen wir zwischen diesen letzteren einen langen Zeitraum der Hebung annehmen, von dem wir gar Nichts wissen, weil uns keine fossilen Reste von den damals lebenden Thieren und Pflanzen aufbewahrt werden konnten. Offenbar verdienen aber diese spurlos dahingegangenen größeren und kleineren Hebungszeiträume nicht geringere Berücksichtigung als die damit abwechselnden größeren und kleineren Senkungszeiträume, von deren organischer Bevölkerung uns die versteinerungsführenden Schichten eine ungefähre Vorstellung geben. Wahrscheinlich waren die ersteren von nicht geringerer Dauer als die letzteren.

Man kann diese sehr wichtigen versteinerungslosen Hebungszeiträume ganz passend ihrem relativen Alter nach dadurch bezeichnen, daß man vor den Namen des darauf folgenden versteinerungsbildenden Senkungszeitraums das Wörtchen „Ante“ (Vor) setzt. So z. B. würde die lange Hebungsperiode, welche zwischen Ablagerung der jüngsten silurischen und der ältesten devonischen Schichten verfloß, als Antedevonperiode zu bezeichnen sein, die lange Hebungszeit, welche zwischen Bildung der jüngsten Trias- und der ältesten Juraschichten verfloß, als Antejuraperiode u. s. w. Offenbar ist die gehörige Berücksichtigung dieser Zwischenzeiten oder „Anteperioden,“ von denen wir keine Versteinerungen besitzen, von der größten

Wichtigkeit, wenn man die historische Bedeutung der Versteinerungsurkunde mit der richtigen Kritik beurtheilen will. Schon hieraus wird sich Ihnen ergeben, wie unvollständig unsere Urkunde nothwendig sein muß, um so mehr, da sich theoretisch erweisen läßt, daß gerade während der Hebungszeiträume das Thier- und Pflanzenleben an Mannichfaltigkeit zunehmen mußte. Denn indem neue Strecken Landes über das Wasser gehoben werden, bilden sich neue Inseln. Jede neue Insel ist aber ein neuer Schöpfungsmittelpunkt, weil die zufällig dorthin verschlagenen Thiere und Pflanzen auf dem neuen Boden im Kampf um's Dasein reiche Gelegenheit finden, sich eigenthümlich zu entwickeln, und neue Arten zu bilden. Gerade die Bildung neuer Arten hat offenbar während dieser Zwischenzeiten, aus denen uns leider keine Versteinerungen erhalten bleiben konnten, vorzugsweise stattgefunden, während umgekehrt bei der langsamen Senkung des Bodens eher Gelegenheit zum Aussterben zahlreicher Arten, und zu einem Rückschritt in der Artenbildung gegeben war. Auch die Zwischenformen zwischen den alten und den neu sich bildenden Species werden vorzugsweise während jener Hebungszeiträume gelebt haben, und konnten daher ebenfalls keine fossilen Reste hinterlassen.

Die Anzahl der Schöpfungsperioden und ihrer untergeordneten Zeitabschnitte, welche die Geologie bisher unterschied, wird durch die gehörige Berücksichtigung der Anteperioden verdoppelt. Während man gewöhnlich in der organischen Erdgeschichte nur die Senkungszeiträume berücksichtigte, und diese nach den darin gebildeten Schichtensystemen benannte, müssen wir nun zwischen je zwei Senkungsperioden eine Hebungsperiode oder Anteperiode einschalten. So erhalten wir die nachstehende Reihe von Geschichtsperioden, welche die Gesammtheit des organischen Lebens auf der Erde umfassen (S. 306). Das gegenüberstehende System der versteinerungsführenden Erdschichten nennt Ihnen außer den vorher angeführten Schichtensystemen auch die untergeordneten Schichtengruppen oder Formationen, in welche man die ersteren einzutheilen pflegt.

Uebersicht der paläontologischen Perioden oder der grösseren Zeitabschnitte der organischen Erdgeschichte.

I. Erster Zeitraum: **Archolithisches Zeitalter.** *Primordial-Zeit.*

(Zeitalter der Rohrherzen und der Tangwälder.)

Aeltere	1. Erste Periode:	Antelaurentische Zeit
Primordialzeit	2. Zweite Periode:	Laurentische Zeit
Mittlere	3. Dritte Periode:	Antecambrische Zeit
Primordialzeit	4. Vierte Periode:	Cambrische Zeit
Neuere	5. Fünfte Periode:	Antesilurische Zeit
Primordialzeit	6. Sechste Periode:	Silurische Zeit.

II. Zweiter Zeitraum: **Paläolithisches Zeitalter.** *Primär-Zeit.*

(Zeitalter der Fische und der Farnwälder.)

Aeltere	7. Siebente Periode:	Antedevonische Zeit
Primärzeit	8. Achte Periode:	Devonische Zeit
Mittlere	8. Neunte Periode:	Antecarbonische Zeit
Primärzeit	10. Zehnte Periode:	Steinkohlen-Zeit
Neuere	11. Elfte Periode:	Antepermische Zeit
Primärzeit	12. Zwölfte Periode:	Permische Zeit.

III. Dritter Zeitraum: **Mesolithisches Zeitalter.** *Secundär-Zeit.*

(Zeitalter der Reptilien und der Nadelwälder.)

Aeltere	13. Dreizehnte Periode:	Antetrias-Zeit
Secundärzeit	14. Vierzehnte Periode:	Trias-Zeit
Mittlere	15. Fünfzehnte Periode:	Antejura-Zeit
Secundärzeit	16. Sechzehnte Periode:	Jura-Zeit
Neuere	17. Siebzehnte Periode:	Antecreta-Zeit
Secundärzeit	18. Achtzehnte Periode:	Kreide-Zeit.

IV. Vierter Zeitraum: **Cenolithisches Zeitalter.** *Tertiär-Zeit.*

(Zeitalter der Säugethiere und der Laubwälder.)

Aeltere	19. Neunzehnte Periode:	Anteocene Zeit
Tertiärzeit	20. Zwanzigste Periode:	Eocene Zeit
Mittlere	21. Einundzwanzigste Periode:	Antemiocene Zeit
Tertiärzeit	22. Zweiundzwanzigste Periode:	Miocene Zeit
Neuere	23. Dreiundzwanzigste Periode:	Antepliocene Zeit
Tertiärzeit	24. Vierundzwanzigste Periode:	Pliocene Zeit.

V. Fünfter Zeitraum: **Anthropolithisches Zeitalter.** *Quartär-Zeit.*

(Zeitalter der Menschen und der Culturwälder.)

Aeltere	25. Fünfundzwanzigste Periode:	Eiszeit
Quartärzeit	26. Sechsundzwanzigste Periode:	Postglacial-Zeit
Neuere	27. Siebenundzwanzigste Periode:	Dualistische Cultur-Zeit
Quartärzeit	28. Achtundzwanzigste Periode:	Monistische Cultur-Zeit.

Uebersicht der paläontologischen Formationen oder der versteinerungsführenden Schichten der Erdrinde.

Terrains	*Systeme*	*Formationen*	*Synonyme der Formationen*
V. Quartäre Terrains oder anthropolithische (anthropozoische) Schichtengruppen	XIV. Recent (Alluvium)	36. *Praesent*	Oberalluviale
		35. *Recent*	Unteralluviale
	XIII. Pleistocen (Diluvium)	34. *Postglacial*	Oberdiluviale
		33. *Glacial*	Unterdiluviale
IV. Tertiäre Terrains oder cenolithische (cenozoische) Schichtengruppen	XII. Pliocen (Neutertiär)	32. *Arvern*	Oberpliocene
		31. *Subapennin*	Unterpliocene
	XI. Miocen (Mitteltertiär)	30. *Falun*	Obermiocene
		29. *Limburg*	Untermiocene
	X. Eocen (Alttertiär)	28. *Gyps*	Obereocene
		27. *Grobkalk*	Mitteleocene
		26. *Londonthon*	Untereocene
III. Secundäre Terrains oder mesolithische (mesozoische) Schichtengruppen	IX. Kreide	25. *Weisskreide*	Oberkreide
		24. *Grünsand*	Mittelkreide
		23. *Neocom*	Unterkreide
		22. *Wealden*	Wälderformation
	VIII. Jura	21. *Portland*	Oberoolith
		20. *Oxford*	Mitteloolith
		19. *Bath*	Unteroolith
		18. *Lias*	Liasformation
	VII. Trias	17. *Keuper*	Obertrias
		16. *Muschelkalk*	Mitteltrias
		15. *Buntsand*	Untertrias
II. Primäre Terrains oder paläolithische (paläozoische) Schichtengruppen	VI. Permisches (Neurothsand)	14. *Zechstein*	Oberpermische
		13. *Neurothsand*	Unterpermische
	V. Carbonisches (Steinkohle)	12. *Kohlensand*	Obercarbonische
		11. *Kohlenkalk*	Untercarbonische
	IV. Devonisches (Altrothsand)	10. *Pilton*	Oberdevonische
		9. *Ilfracombe*	Mitteldevonische
		8. *Linton*	Unterdevonische
I. Primordiale Terrains oder archolithische (archozoische) Schichtengruppen	III. Silurisches	7. *Ludlow*	Obersilurische
		6. *Landovery*	Mittelsilurische
		5. *Landeilo*	Untersilurische
	II. Cambrisches	4. *Potsdam*	Obercambrische
		3. *Longmynd*	Untercambrische
	I. Laurentiches	2. *Labrador*	Oberlaurentische
		1. *Ottawa*	Unterlaurentische.

Zu den sehr bedeutenden und empfindlichen Lücken der paläontologischen Schöpfungsurkunde, welche durch die Anteperioden bedingt werden, kommen nun leider noch viele andere Umstände hinzu, welche den hohen Werth derselben außerordentlich verringern. Dahin gehört vor Allen der metamorphische Zustand der ältesten Schichtengruppen, grade derjenigen, welche die Reste der ältesten Flora und Fauna, der Stammformen aller folgenden Organismen enthalten, und dadurch von ganz besonderem Interesse sein würden. Grade diese Gesteine, und zwar der größere Theil der primordialen oder archolithischen Schichten, fast das ganze laurentische und ein großer Theil des cambrischen Systems enthalten gar keine kenntlichen Reste mehr, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil diese Schichten durch den Einfluß des feuerflüssigen Erdinnern nachträglich wieder verändert oder metamorphosirt worden sind. Durch die Hitze des glühenden Erdkerns sind diese tiefsten neptunischen Rindenschichten in ihrer ursprünglichen Schichtenstructur gänzlich verändert und in einen krystallinischen Zustand übergeführt worden. Dabei ging aber die Form der darin eingeschlossenen organischen Reste ganz verloren. Nur hie und da wurde sie durch einen glücklichen Zufall erhalten, wie es bei dem ältesten bekannten Petrefacten, bei dem Eozoon canadense aus den untersten laurentischen Schichten der Fall ist. Jedoch können wir aus den Lagern von krystallinischer Kohle (Graphit) und krystallinischem Kalk (Marmor), welche sich in den metamorphischen Primordialgesteinen eingelagert finden, mit Sicherheit auf die frühere Anwesenheit von versteinerten Pflanzen- und Thierresten in denselben schließen.

Außerordentlich unvollständig wird unsere Schöpfungsurkunde durch den Umstand, daß erst ein sehr kleiner Theil der Erdoberfläche genauer geologisch untersucht ist, vorzugsweise England, Deutschland und Frankreich. Dagegen wissen wir nur sehr Wenig von den übrigen Theilen Europas, von Rußland, Spanien, Italien, der Türkei. Hier sind uns nur einzelne Stellen der Erdrinde aufgeschlossen; der bei weitem größte Theil derselben ist uns unbekannt. Dasselbe gilt von Nordamerika und von Ostindien. Hier sind wenigstens einzelne

Strecken untersucht. Dagegen vom größten Theile Asiens, des umfangreichsten aller Welttheile, wissen wir fast Nichts, — von Afrika fast Nichts, ausgenommen das Kap der guten Hoffnung und die Mittelmeerküste, — von Neuholland fast Nichts, von Südamerika nur sehr Wenig. Sie sehen also, daß erst ein ganz kleines Stück, wohl kaum der zehntausendste Theil von der gesammten Erdoberfläche paläontologisch erforscht ist. Wir können daher wohl hoffen, bei weiterer Ausbreitung der geologischen Untersuchungen, denen namentlich die Anlage von Eisenbahnen und Bergwerken sehr zu Hilfe kommen wird, noch einen großen Theil wichtiger Versteinerungen aufzufinden. Ein Fingerzeig dafür ist uns durch die merkwürdigen Versteinerungen gegeben, die man an den wenigen, genauer untersuchten Punkten von Afrika und Asien, in den Kapgegenden und am Himalaya aufgefunden hat. Eine Reihe von ganz neuen und sehr eigenthümlichen Thierformen ist uns dadurch bekannt geworden. Freilich müssen wir andrerseits erwägen, daß der ausgedehnte Boden der jetzigen Meere vorläufig für die paläontologischen Forschungen ganz unzugänglich ist, und daß wir den größten Theil der hier seit uralten Zeiten begrabenen Versteinerungen entweder niemals oder im besten Fall erst nach Verlauf vieler Jahrtausende werden kennen lernen, wenn durch allmähliche Hebungen der gegenwärtige Meeresboden mehr zu Tage getreten sein wird. Wenn Sie bedenken, daß die ganze Erdoberfläche zu ungefähr drei Fünftheilen aus Wasser und nur zu zwei Fünftheilen aus Festland besteht, so können Sie ermessen, daß auch in dieser Beziehung die paläontologische Urkunde eine ungeheure Lücke enthält.

Nun kommen aber noch eine Reihe von Schwierigkeiten für die Paläontologie hinzu, welche in der Natur der Organismen selbst begründet sind. Vor allen ist hier hervorzuheben, daß in der Regel nur harte und feste Körpertheile der Organismen auf den Boden des Meeres und der süßen Gewässer gelangen und hier in Schlamm eingeschlossen und versteinert werden können. Es sind also namentlich die Knochen und Zähne der Wirbelthiere, die Kalkschalen der Weichthiere und Sternthiere, die Chitinskelete der Gliederthiere, die Kalk-

skelete der Corallen, ferner die holzigen, festen Theile der Pflanzen, die einer solchen Versteinernng fähig sind. Die weichen und zarten Theile dagegen, welche bei den allermeisten Organismen den bei weitem größten Theil des Körpers bilden, gelangen nur selten unter so günstigen Verhältnissen in den Schlamm, daß sie versteinern, oder daß ihre äußere Form deutlich in dem erhärtenden Schlamme sich abdrückt. Nun bedenken Sie, daß ganze große Klassen von Organismen, wie z. B. die Medusen, die nackten Mollusken, welche keine Schale haben, ein großer Theil der Gliederthiere, fast alle Würmer und selbst die niedersten Wirbelthiere gar keine festen und harten, versteinerungsfähigen Körpertheile besitzen. Ebenso sind gerade die wichtigsten Pflanzentheile, die Blüthen, meistens so weich und zart, daß sie sich nicht in kenntlicher Form conserviren können. Von allen diesen wichtigen Organismen werden wir naturgemäß auch gar keine versteinerten Reste zu finden erwarten können. Ferner sind die Jugendzustände fast aller Organismen so weich und zart, daß sie gar nicht versteinerungsfähig sind. Was wir also von Versteinerungen in den neptunischen Schichtensystemen der Erdrinde vorfinden, das sind nur selten ganze Körper, vielmehr meistens einzelne Bruchstücke.

Sodann ist zu berücksichtigen, daß die Meerbewohner in einem viel höhern Grade Aussicht haben, ihre todten Körper in den abgelagerten Schlammschichten versteinert zu erhalten, als die Bewohner der süßen Gewässer und des Festlandes. Die das Land bewohnenden Organismen können in der Regel nur dann versteinert werden, wenn ihre Leichen zufällig ins Wasser fallen und auf dem Boden in erhärtenden Schlammschichten begraben werden, was von mancherlei Bedingungen abhängig ist. Daher kann es uns nicht Wunder nehmen, daß die bei weitem größte Mehrzahl der Versteinerungen Organismen angehört, die im Meere lebten, und daß von den Landbewohnern verhältnißmäßig nur sehr wenige im fossilen Zustand erhalten sind. Welche Zufälligkeiten hierbei ins Spiel kommen, mag Ihnen allein der Umstand beweisen, daß man von vielen fossilen Säugethieren, insbesondere von fast allen Säugethieren der Secundärzeit, weiter

Nichts kennt, als den Unterkiefer. Dieser Knochen ist erstens verhältnißmäßig fest und löst sich zweitens sehr leicht von dem todten Kadaver, das auf dem Wasser schwimmt, ab. Während die Leiche vom Wasser fortgetrieben und zerstört wird, fällt der Unterkiefer auf den Grund des Wassers hinab und wird hier vom Schlamm umschlossen. Daraus erklärt sich allein die merkwürdige Thatsache, daß in einer Kalkschicht des Jurasystems bei Oxford in England, in den Schiefern von Stonesfield, bis jetzt bloß die Unterkiefer von zahlreichen Beutelthieren gefunden worden sind, den ältesten Säugethieren, welche wir kennen. Von dem ganzen übrigen Körper derselben war auch nicht ein Knochen mehr vorhanden. Ferner sind in dieser Beziehung auch die Fußspuren sehr lehrreich, welche sich in großer Menge in verschiedenen ausgedehnten Sandsteinlagern, z. B. in dem rothen Sandstein von Connecticut in Nordamerika, finden. Diese Fußtritte rühren offenbar von Wirbelthieren, wahrscheinlich von Reptilien her, von deren Körper selbst uns nicht die geringste Spur erhalten geblieben ist. Die Abdrücke, welche ihre Füße im Schlamm hinterlassen haben, verrathen uns allein die vormalige Existenz von diesen uns sonst ganz unbekannten Thieren.

Welche Zufälligkeiten außerdem noch die Grenzen unserer paläontologischen Kenntnisse bestimmen, können Sie daraus ermessen, daß man von sehr vielen wichtigen Versteinerungen nur ein einziges oder nur ein paar Exemplare kennt. Es ist noch nicht zehn Jahre her, seit wir mit dem unvollständigen Abdruck eines Vogels aus dem Jurasystem bekannt wurden, dessen Kenntniß für die Phylogenie der ganzen Vögelklasse von der allergrößten Wichtigkeit war. Alle bisher bekannten Vögel stellten eine sehr einförmig organisirte Gruppe dar, und zeigten keine auffallenden Uebergangsbildungen zu anderen Wirbelthierklassen, auch nicht zu den nächstverwandten Reptilien. Jener fossile Vogel aus dem Jura dagegen besaß keinen gewöhnlichen Vogelschwanz, sondern einen Eidechsenschwanz, und bestätigte dadurch die aus anderen Gründen vermuthete Abstammung der Vögel von den Eidechsen. Durch dieses einzige Petrefact wurde also nicht nur unsere Kenntniß von dem Alter der Vogelklasse,

sondern auch von ihrer Blutsverwandtschaft mit den Reptilien wesentlich erweitert. Ebenso sind unsere Kenntnisse von anderen Thiergruppen oft durch die zufällige Entdeckung einer einzigen Versteinerung wesentlich umgestaltet worden. Da wir aber wirklich von sehr vielen wichtigen Petrefacten nur sehr wenige Exemplare oder nur Bruchstücke kennen, so muß auch aus diesem Grunde die paläontologische Urkunde höchst unvollständig sein.

Eine weitere und sehr empfindliche Lücke derselben ist durch den Umstand bedingt, daß die Zwischenformen, welche die verschiedenen Arten verbinden, in der Regel nicht erhalten sind, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieselben nach dem Princip der Divergenz des Charakters im Kampfe um's Dasein ungünstiger gestellt waren, als die am meisten divergirenden Varietäten, die sich aus einer und derselben Stammform entwickelten. Die Zwischenglieder sind im Ganzen immer rasch ausgestorben und haben sich nur selten vollständig erhalten. Die am stärksten divergirenden Formen dagegen konnten sich längere Zeit hindurch als selbstständige Arten am Leben erhalten, sich in zahlreichen Individuen ausbreiten und demnach auch leichter versteinert werden. Dadurch ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß nicht in vielen Fällen auch die verbindenden Zwischenformen der Arten sich so vollständig versteinert erhielten, daß sie noch gegenwärtig die systematischen Paläontologen in die größte Verlegenheit versetzen und endlose Streitigkeiten über die Grenzen der Arten hervorrufen.

Wenn Sie die hier angeführten Verhältnisse erwägen, deren Reihe sich leicht noch vermehren ließe, so werden Sie sich nicht darüber wundern, daß der natürliche Schöpfungsbericht oder die Schöpfungsurkunde, wie sie durch die Versteinerungen gebildet wird, ganz außerordentlich lückenhaft und unvollständig ist. Aber dennoch haben die wirklich gefundenen Versteinerungen den größten Werth. Ihre Bedeutung für die natürliche Schöpfungsgeschichte ist nicht geringer als die Bedeutung, welche die berühmte Inschrift von Rosette und das Decret von Kanopus für die Völkergeschichte, für die Archäologie und Philo-

logie besitzen. Wie es durch diese beiden uralten Inschriften möglich wurde, die Geschichte des alten Egyptens außerordentlich zu erweitern, und die ganze Hieroglyphenschrift zu entziffern, so genügen uns in vielen Fällen einzelne Knochen eines Thieres oder unvollständige Abdrücke einer niederen Thier- oder Pflanzenform, um die wichtigsten Anhaltspunkte für die Geschichte einer ganzen Gruppe und die Erkenntniß ihres Stammbaums zu gewinnen.

Von der Unvollkommenheit des geologischen Schöpfungsberichtes sagt Darwin, in Uebereinstimmung mit Lyell, dem größten aller jetzt lebenden Geologen: „Der natürliche Schöpfungsbericht, wie ihn die Paläontologie liefert, ist eine Geschichte der Erde, unvollständig erhalten und in wechselnden Dialecten geschrieben, wovon aber nur der letzte, bloß auf einige Theile der Erdoberfläche sich beziehende Band bis auf uns gekommen ist. Doch auch von diesem Bande ist nur hie und da ein kurzes Capitel erhalten, und von jeder Seite sind nur da und dort einige Zeilen übrig. Jedes Wort der langsam wechselnden Sprache dieser Beschreibung, mehr oder weniger verschieden in der ununterbrochenen Reihenfolge der einzelnen Abschnitte, mag den anscheinend plötzlich wechselnden Lebensformen entsprechen, welche in den unmittelbar auf einander liegenden Schichten unserer weit von einander getrennten Formationen begraben liegen."

Wenn Sie diese außerordentliche Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunde sich beständig vor Augen halten, so wird es Ihnen nicht wunderbar erscheinen, daß wir noch auf so viele unsichere Hypothesen angewiesen sind, wenn wir wirklich den Stammbaum der verschiedenen organischen Gruppen entwerfen wollen. Jedoch besitzen wir glücklicher Weise außer den Versteinerungen auch noch andere Urkunden für die Stammesgeschichte der Organismen, welche in vielen Fällen von nicht geringerem und in manchen sogar von viel höherem Werthe sind als die Petrefacten. Die bei weitem wichtigste von diesen anderen Schöpfungsurkunden ist ohne Zweifel die Ontogenie oder die Entwickelungsgeschichte des organischen Individuums (Embryologie und Metamorphologie). Diese wiederholt uns kurz in

großen, markigen Zügen das Bild der Formenreihe, welche die Vorfahren des betreffenden Individuums von der Wurzel ihres Stammes an durchlaufen haben. Indem wir diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Vorfahren als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichneten, konnten wir den höchst wichtigen Satz aussprechen: „Die Ontogenie ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Recapitulation der Phylogenie. Indem jedes Thier und jedes Gewächs vom Beginn seiner individuellen Existenz an eine Reihe von ganz verschiedenen Formzuständen durchläuft, deutet es uns in schneller Folge und in allgemeinen Umrissen die lange und langsam wechselnde Reihe von Formzuständen an, welche seine Ahnen seit den ältesten Zeiten durchlaufen haben (Gen. Morph. II. 6, 110, 300).

Allerdings ist die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meisten Fällen mehr oder weniger verwischt, und zwar um so mehr, je mehr die Anpassung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Vererbung erlangt hat, und je mächtiger das Gesetz der abgekürzten Vererbung und das Gesetz der wechselbezüglichen Anpassung eingewirkt hat. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze besitzen. Besonders für die Erkenntniß der frühesten Entwickelungszustände ist die Ontogenie von ganz unschätzbarem Werthe, weil gerade von den ältesten Entwickelungszuständen der Stämme und Klassen uns gar keine versteinerten Reste erhalten worden sind und auch schon wegen der weichen und zarten Körperbeschaffenheit derselben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Versteinerung könnte uns von der unschätzbar wichtigen Thatsache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, daß die ältesten gemeinsamen Vorfahren aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Versteinerung könnte uns die unendlich werthvolle durch die Ontogenie festgestellte Thatsache beweisen, daß durch einfache Vermehrung, Gemeindebildung und

Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entstanden. So hilft uns die Ontogenie über viele und große Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unschätzbaren Schöpfungsurkunden der Paläontologie und Ontogenie gesellen sich nun drittens die nicht minder wichtigen Zeugnisse für die Blutsverwandtschaft der Organismen, welche uns die vergleichende Anatomie liefert. Wenn äußerlich sehr verschiedene Organismen in ihrem inneren Bau nahezu übereinstimmen, so können Sie daraus mit Sicherheit schließen, daß diese Uebereinstimmung ihren Grund in der Vererbung, jene Ungleichheit dagegen ihren Grund in der Anpassung hat. Betrachten Sie z. B. vergleichend die Gliedmaaßen oder Extremitäten der verschiedenen Säugethiere, den Arm des Menschen, den Flügel der Fledermaus, den zum Graben eingerichteten Vorderfuß des Maulwurfs, und die zum Springen Klettern oder Laufen dienenden Vorderfüße anderer Säugethiere. Wenn Sie nun finden, daß allen diesen äußerst verschiedenen Bildungen dieselben Knochen in derselben Zahl, gegenseitigen Lagerung und Verbindung zu Grunde liegen, so werden Sie hierin den wichtigsten Beweis für ihre wirkliche Blutsverwandtschaft finden. Es ist ganz undenkbar, daß irgend eine andere Ursache als die gemeinschaftliche Vererbung von gemeinsamen Stammeltern diese wunderbare Homologie oder Gleichheit im wesentlichen inneren Bau bei so verschiedener äußerer Form verursacht habe. Und wenn Sie nun im System von den Säugethieren weiter hinuntersteigen, und finden, daß sogar bei den Vögeln die Flügel, bei den Reptilien und Amphibien die Vorderfüße, wesentlich in derselben Weise aus denselben Knochen zusammengesetzt sind, wie die Arme des Menschen und die Vorderbeine der übrigen Säugethiere, so können Sie schon daraus auf die gemeinsame Abstammung aller dieser Wirbelthiere mit voller Sicherheit schließen. Der Grad der inneren Formverwandtschaft enthüllt Ihnen hier, wie überall, den Grad der Blutsverwandtschaft.

Fünfzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Protistenreichs.

(Hierzu Taf. I.)

Specielle Durchführung der Descendenztheorie in dem natürlichen System der Organismen. Construction der Stammbäume. Abstammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abstammung der Zellen von Moneren. Begriff der organischen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletische und vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese. Vorzug der monophyletischen vor den polyphyletischen Anschauungen. Das Reich der Protisten oder Urwesen. Nothwendigkeit und Begründung seiner Annahme. Acht Klassen des Protistenreichs. Moneren. Amöboiden oder Protoplasten. Geißelschwärmer oder Flagellaten. Schleimpilze oder Myxomyceten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieselzellen oder Diatomeen. Meerleuchten oder Noctiluken. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeschichte der Protisten: Ihre Lebenserscheinungen, chemische Zusammensetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie und Stammbaum des Protistenreichs.

Meine Herren! Durch die denkende Vergleichung der individuellen und paläontologischen Entwickelung, sowie durch die vergleichende Anatomie der Organismen, durch die vergleichende Betrachtung ihrer entwickelten Formverhältnisse, gelangen wir zur Erkenntniß ihrer stufenweis verschiedenen Formverwandtschaft. Dadurch gewinnen wir aber zugleich einen Einblick in ihre wahre Blutsverwandtschaft, welche nach der Descendenztheorie der eigentliche Grund der Formverwandtschaft ist. Wir gelangen also, indem wir die empirischen

Resultate der Embryologie, Paläontologie und Anatomie zusammenstellen, vergleichen, und zur gegenseitigen Ergänzung benutzen, zur annähernden Erkenntniß des natürlichen Systems, welches nach unserer Ansicht der Stammbaum der Organismen ist. Allerdings bleibt unser menschliches Wissen, wie überall, so ganz besonders hier, nur Stückwerk, schon wegen der außerordentlichen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit der empirischen Schöpfungsurkunden. Indessen dürfen wir uns dadurch nicht abschrecken lassen, jene höchste Aufgabe der Biologie in Angriff zu nehmen. Lassen Sie uns vielmehr sehen, wie weit es schon jetzt möglich ist, trotz des unvollkommenen Zustandes unserer embryologischen, paläontologischen und anatomischen Kenntnisse, eine annähernde Hypothese von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang der Organismen aufzustellen.

Darwin gibt uns in seinem Werk auf diese speciellen Fragen der Descendenztheorie keine Antwort. Er äußert nur am Schlusse desselben seine Vermuthung, „daß die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von eben so vielen oder noch weniger Stammarten herrühren.“ Da aber auch diese wenigen Hauptformen noch Spuren von verwandtschaftlicher Verkettung zeigen, und da selbst Pflanzen- und Thierreich durch vermittelnde Uebergangsformen verbunden sind, so gelangt er weiterhin zu der Annahme, „daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist.“ Gleich Darwin haben auch alle anderen Anhänger der Descendenztheorie dieselbe bloß im Allgemeinen gefördert, und nicht den Versuch gemacht, sie auch speciell durchzuführen, und das „natürliche System“ wirklich als „Stammbaum der Organismen“ zu behandeln. Wenn wir daher hier dieses schwierige Unternehmen wagen, so müssen wir uns ganz auf unsere eigene Füße stellen.

Ich habe vor zwei Jahren in der systematischen Einleitung zu meiner allgemeinen Entwickelungsgeschichte (im zweiten Bande der generellen Morphologie) eine Anzahl von hypothetischen Stammtafeln für die größeren Organismengruppen aufgestellt, und damit that-

sächlich den ersten Versuch gemacht, die Stammbäume der Organismen in der Weise, wie es die Entwickelungstheorie erfordert, wirklich zu construiren. Dabei war ich mir der außerordentlichen Schwierigkeiten dieser Aufgabe vollkommen bewußt. Indem ich trotz aller abschreckenden Hindernisse dieselbe dennoch in Angriff nahm, beanspruchte ich weiter Nichts als den ersten Versuch gemacht und zu weiteren und besseren Versuchen angeregt zu haben. Vermuthlich werden die meisten Zoologen und Botaniker von diesem Anfang sehr wenig befriedigt gewesen sein, und am wenigsten in dem engen Specialgebiete, in welchem ein Jeder besonders arbeitet. Allein wenn irgendwo, so ist ganz gewiß hier das Tadeln viel leichter als das Bessermachen, und daß bisher noch kein Naturforscher meine Stammbäume durch bessere oder überhaupt durch andere ersetzt hat, beweist am besten die ungeheure Schwierigkeit der unendlich verwickelten Aufgabe. Aber gleich allen anderen wissenschaftlichen Hypothesen, welche zur Erklärung der Thatsachen dienen, werden auch meine genealogischen Hypothesen so lange auf Berücksichtigung Anspruch machen, bis sie durch bessere ersetzt werden.

Hoffentlich wird dieser Ersatz recht bald geschehen, und ich wünschte Nichts mehr, als daß mein erster Versuch recht viele Naturforscher anregen möchte, wenigstens auf dem engen, ihnen genau bekannten Specialgebiete des Thier- oder Pflanzenreichs die genaueren Stammbäume für einzelne Gruppen aufzustellen. Durch zahlreiche derartige Versuche wird unsere genealogische Erkenntniß im Laufe der Zeit langsam fortschreiten, und mehr und mehr der Vollendung näher kommen, obwohl mit Bestimmtheit vorauszusehen ist, daß ein vollendeter Stammbaum niemals wird erreicht werden. Es fehlen uns und werden uns immer fehlen die unerläßlichen paläontologischen Grundlagen. Die ältesten Urkunden werden uns ewig verschlossen bleiben aus den früher bereits angeführten Ursachen. Die ältesten, durch Urzeugung entstandenen Organismen, die Stammeltern aller folgenden, müssen wir uns nothwendig als Moneren denken, als einfache weiche Eiweißklümpchen, ohne jede bestimmte Form, ohne irgend welche harte

Theile. Diese waren daher der Erhaltung im versteinerten Zustande, durchaus nicht fähig. Ebenso fehlt uns aber aus den im letzten Vortrage ausführlich erörterten Gründen der bei weitem größte Theil von den zahllosen paläontologischen Dokumenten, die zur Durchführung der Stammesgeschichte oder Phylogenie, und zur wahren Erkenntniß der organischen Stammbäume eigentlich erforderlich wären. Wenn wir daher das Wagniß ihrer hypothetischen Construction dennoch unternehmen, so sind wir vor Allem auf die Unterstützung der beiden anderen Urkundenreihen hingewiesen, welche das paläontologische Archiv in wesentlicher Weise ergänzen, der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Ziehen wir diese höchst werthvollen Urkunden gehörig denkend und vergleichend zu Rathe, so machen wir zunächst die außerordentlich bedeutungsvolle Wahrnehmung, daß die allermeisten Organismen, insbesondere alle höheren Thiere und Pflanzen, aus einer Vielzahl von Zellen zusammengesetzt sind, ihren Ursprung aber aus einem Ei nehmen, und daß dieses Ei bei den Thieren ebenso wie bei den Pflanzen eine einzige ganz einfache Zelle ist: ein Klümpchen einer Eiweißverbindung, in welchem ein anderer eiweißartiger Körper, der Zellkern, eingeschlossen ist. Diese kernhaltige Zelle wächst und vergrößert sich. Durch Theilung bildet sie ein Zellenhäufchen, und aus diesem entstehen durch Arbeitstheilung in der früher beschriebenen Weise die vielfach verschiedenen Formen, welche die ausgebildeten Thier- und Pflanzenarten uns vor Augen führen. Dieser unendlich wichtige Vorgang, welchen wir alltäglich bei der embryologischen Entwickelung jedes thierischen und pflanzlichen Individuums mit unseren Augen Schritt für Schritt unmittelbar verfolgen können, und welchen wir in der Regel durchaus nicht mit der verdienten Ehrfurcht betrachten, belehrt uns sicherer und vollständiger, als alle Versteinerungen es thun könnten, über die ursprüngliche paläontologische Entwickelung aller mehrzelligen Organismen, aller höheren Thiere und Pflanzen. Denn da die Ontogenie oder die embryologische Entwickelung jedes einzelnen Individuums Nichts weiter ist als eine Recapitulation der Phylogenie oder der paläontologi-

schen Entwickelung seiner Vorfahrenkette, so können wir daraus zunächst mit voller Sicherheit den ebenso einfachen als bedeutenden Schluß ziehen, daß alle mehrzelligen Thiere und Pflanzen ursprünglich von einzelligen Organismen abstammen. Die uralten primordialen Vorfahren des Menschen so gut wie aller anderen Thiere und aller aus vielen Zellen zusammengesetzten Pflanzen waren einfache, isolirt lebende Zellen. Dieses unschätzbare Geheimniß des organischen Stammbaums wird uns durch das Ei der Thiere und durch das „Keimbläschen" der Pflanzen mit untrüglicher Sicherheit verrathen. Wenn die Gegner der Descendenztheorie uns entgegenhalten, es sei wunderbar und unbegreiflich, daß ein äußerst complicirter vielzelliger Organismus aus einem einfachen einzelligen Organismus im Laufe der Zeit hervorgegangen sei, so entgegnen wir einfach, daß wir dieses unglaubliche Wunder jeden Augenblick vor uns sehen und mit unseren Augen verfolgen können. Denn die Embryologie der Thiere und Pflanzen führt uns in kürzester Zeit denselben Vorgang greifbar vor Augen, welcher im Laufe ungeheurer Zeiträume bei der Entstehung des ganzen Stammes stattgefunden hat.

Auf Grund der embryologischen Urkunden können wir also mit voller Sicherheit behaupten, daß alle mehrzelligen Organismen eben so gut wie alle einzelligen ursprünglich von einfachen Zellen abstammen; hieran würde sich sehr natürlich der Schluß reihen, daß die älteste Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs gemeinsam ist. Denn die verschiedenen uralten „Stammzellen", aus denen sich die wenigen verschiedenen Hauptgruppen oder „Stämme" (Phylen) des Thier- und Pflanzenreichs entwickelt haben, könnten ihre Verschiedenheit selbst erst erworben haben, und könnten selbst von einer gemeinsamen „Urstammzelle" abstammen. Wo kommen aber jene wenigen „Stammzellen" oder diese eine „Urstammzelle" her? Zur Beantwortung dieser genealogischen Grundfrage müssen wir auf die früher erörterte Plastidentheorie und die Urzeugungshypothese zurückgreifen.

Wie wir damals zeigten, können wir uns durch Urzeugung unmittelbar nicht Zellen entstanden denken, sondern nur Moneren, Ur-

wesen der denkbar einfachsten Art, gleich den noch jetzt lebenden Protamoeben, Protomyxen, Protogenes u. s. w. (S. 144, Fig. 1). Nur solche structurlose Schleimkörperchen, deren ganzer eiweißartiger Leib so homogen wie ein anorganischer Krystall ist, und die dennoch die beiden organischen Grundfunctionen der Ernährung und Fortpflanzung vollziehen, konnten unmittelbar im Beginn der antelaurentischen Zeit aus anorganischer Materie durch Autogenie entstehen. Während einige Moneren auf der ursprünglichen einfachen Bildungsstufe verharrten, bildeten sich andere allmählich zu Zellen um, indem der innere Kern des Eiweißleibes sich von dem äußeren Zellstoff sonderte. Andrerseits bildete sich durch Differenzirung der äußersten Zellstoffschicht sowohl um einfache (kernlose) Cytoden, als um nackte (aber kernhaltige) Zellen eine äußere Hülle (Membran oder Schale). Durch diese beiden Sonderungsvorgänge in dem einfachen Urschleim des Monerenleibes, durch die Bildung eines Kerns im Inneren, einer Hülle an der äußeren Oberfläche des Plasmakörpers, entstanden aus den ursprünglichen einfachsten Cytoden, den Moneren, jene vier verschiedenen Arten von Plastiden oder Individuen erster Ordnung, aus denen weiterhin alle übrigen Organismen durch Differenzirung und Zusammensetzung sich entwickeln konnten. (Vergl. oben S. 286).

Hier wird sich Ihnen nun zunächst die Frage aufdrängen: Stammen alle organischen Cytoden und Zellen, und mithin auch jene Stammzellen, welche wir vorher als die Stammeltern der wenigen großen Hauptgruppen des Thier- und Pflanzenreichs betrachtet haben, von einer einzigen ursprünglichen Monerenform ab, oder giebt es mehrere verschiedene organische Stämme, deren jeder von einer eigenthümlichen, selbstständig durch Urzeugung entstandenen Monerenart abzuleiten ist. Mit anderen Worten: Ist die ganze organische Welt gemeinsamen Ursprungs, oder verdankt sie mehrfachen Urzeugungsakten ihre Entstehung? Diese genealogische Grundfrage scheint auf den ersten Blick ein außerordentliches Gewicht zu haben. Indessen werden Sie bei näherer Betrachtung bald

sehen, daß sie dasselbe nicht besitzt, vielmehr im Grunde von sehr untergeordneter Bedeutung ist.

Lassen Sie uns hier zunächst den Begriff des organischen Stammes näher in's Auge fassen und fest begrenzen. Wir verstehen unter Stamm oder Phylum die Gesammtheit aller derjenigen Organismen, deren Blutsverwandtschaft, deren Abstammung von einer gemeinsamen Stammform aus anatomischen und entwickelungsgeschichtlichen Gründen nicht zweifelhaft sein kann, oder doch wenigstens in hohem Maße wahrscheinlich ist. Unsere Stämme oder Phylen fallen also wesentlich dem Begriffe nach zusammen mit jenen wenigen „großen Klassen" oder „Hauptklassen," von denen auch Darwin glaubt, daß eine jede nur blutsverwandte Organismen enthält, und von denen er sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich nur sehr wenige, in jedem Reiche etwa vier bis fünf annimmt. Im Thierreich würden diese Stämme im Wesentlichen mit jenen vier bis sechs Hauptabtheilungen zusammenfallen, welche die Zoologen seit Bär und Cuvier als „Hauptformen, Generalpläne, Zweige oder Kreise" des Thierreichs unterscheiden (Vgl. S. 42). Bär und Cuvier unterschieden deren nur vier, nämlich 1. die Wirbelthiere (Vertebrata); 2. die Gliederthiere (Articulata); 3. die Weichthiere (Mollusca) und 4. die Strahlthiere (Radiata). Gegenwärtig unterscheidet man gewöhnlich sechs, indem man den Stamm der Gliederthiere in die beiden Stämme der Gliederfüßer (Arthropoda) und der Würmer (Vermes) trennt, und ebenso den Stamm der Strahlthiere in die beiden Stämme der Sternthiere (Echinoderma) und der Pflanzenthiere (Coelenterata) zerlegt. Innerhalb jedes dieser sechs Stämme zeigen alle dazu gehörigen Thiere trotz großer Mannichfaltigkeit in der äußeren Form und im inneren Bau dennoch so zahlreiche und wichtige gemeinsame Grundzüge, daß wir an ihrer Blutsverwandtschaft nicht zweifeln können. Dasselbe gilt auch von den sechs großen Hauptklassen, welche die neuere Botanik im Pflanzenreiche unterscheidet, nämlich 1. die Blumenpflanzen (Phanerogamae); 2. die Farne (Filicinae); 3. die Mose (Muscinae); 4. die

Flechten (Lichenes); 5. die Pilze (Fungi) und 6. die Tange (Algae). Die letzten drei Gruppen zeigen selbst wiederum unter sich so nahe Beziehungen, daß man sie als Thalluspflanzen (Thallophyta) den drei ersten Hauptklassen gegenüber stellen, und somit die Zahl der Phylen oder Hauptgruppen des Pflanzenreichs auf vier beschränken könnte. Auch Mose und Farne könnte man als Prothalluspflanzen (Prothallophyta) zusammenfassen und dadurch die Zahl der Pflanzenstämme auf drei erniedrigen: Blumenpflanzen, Prothalluspflanzen und Thalluspflanzen.

Nun sprechen aber sehr gewichtige Thatsachen der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich für die Vermuthung, daß auch diese wenigen Hauptklassen oder Stämme noch an ihrer Wurzel zusammenhängen, d. h. daß ihre niedersten und ältesten Stammformen unter sich wiederum blutsverwandt sind. Ja bei weiter gehender Untersuchung werden wir noch einen Schritt weiter und zu Darwin's Annahme hingedrängt, daß auch die beiden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreichs an ihrer tiefsten Wurzel zusammenhängen, daß auch die niedersten und ältesten Thiere und Pflanzen von einem einzigen gemeinsamen Urwesen abstammen. Natürlich könnte nach unserer Ansicht dieser gemeinsame Urorganismus nur ein durch Urzeugung entstandenes Moner sein.

Vorsichtiger werden wir vorläufig jedenfalls verfahren, wenn wir diesen letzten Schritt noch vermeiden, und wahre Blutsverwandtschaft nur innerhalb jedes Stammes oder Phylum annehmen, wo sie durch die Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie unzweifelhaft sicher gestellt wird. Aber schon jetzt können wir bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß zwei verschiedene Grundformen der genealogischen Hypothesen möglich sind, und daß alle verschiedenen Untersuchungen der Descendenztheorie über den Ursprung der organischen Formengruppen sich künftig entweder mehr in der einen oder mehr in der anderen von diesen beiden Richtungen bewegen werden. Die einheitliche (einstämmige oder monophyletische) Abstammungshypothese wird bestrebt sein, den ersten Ur-

sprung sowohl aller einzelnen Organismengruppen als auch der Gesammtheit derselben auf eine einzige gemeinsame, durch Urzeugung entstandene Monerenart zurückzuführen. Die vielheitliche (vielstämmige oder polyphyletische) Descendenzhypothese dagegen wird annehmen, daß mehrere verschiedene Monerenarten durch Urzeugung entstanden sind, und daß diese mehreren verschiedenen Hauptklassen (Stämmen oder Phylen) den Ursprung gegeben haben. Im Grunde ist der scheinbar sehr bedeutende Gegensatz zwischen diesen beiden Hypothesen von sehr geringer Wichtigkeit. Denn beide, sowohl die einheitliche oder monophyletische, als die vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese, müssen nothwendig auf Moneren als auf die älteste Wurzel des einen oder der vielen organischen Stämme zurückgehen. Da aber der ganze Körper aller Moneren nur aus einer einfachen, structurlosen und formlosen Masse, einer einzigen eiweißartigen Kohlenstoffverbindung besteht, so können die Unterschiede der verschiedenen Moneren nur chemischer Natur sein und nur in einer verschiedenen atomistischen Zusammensetzung jener schleimartigen Eiweißverbindung bestehen. Diese feinen und verwickelten Mischungsverschiedenheiten der unendlich mannichfaltig zusammengesetzten Eiweißverbindungen sind aber vorläufig für die rohen und groben Erkenntnißmittel des Menschen gar nicht erkennbar, und daher auch für unsere vorliegende Aufgabe zunächst von weiter keinem Interesse.

Die Frage von dem einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung wird sich auch innerhalb jedes einzelnen Stammes immer wiederholen, wo es sich um den Ursprung einer kleineren oder größeren Gruppe handelt. Im Pflanzenreiche z. B. werden die einen Botaniker mehr geneigt sein, die sämmtlichen Blumenpflanzen von einer einzigen Farnform abzuleiten, während die anderen die Vorstellung vorziehen werden, daß mehrere verschiedene Phanerogamengruppen aus mehreren verschiedenen Farngruppen hervorgegangen sind. Ebenso werden im Thierreich die einen Zoologen mehr zu Gunsten der Annahme sein, daß sämmtliche placentalen Säugethiere von einer einzigen Beutelthierform abstammen, die anderen dagegen mehr zu Gunsten der entgegen-

setzten Annahme, daß mehrere verschiedene Gruppen von Placentalthieren aus mehreren verschiedenen Beutelthiergruppen hervorgegangen sind. Was das Menschengeschlecht selbst betrifft, so werden die Einen den Ursprung desselben aus einer einzigen Affenform vorziehen, während die Anderen mehr zu der Vorstellung neigen werden, daß mehrere verschiedene Menschenarten unabhängig von einander aus mehreren verschiedenen Affenarten entstanden sind. Ohne uns hier schon bestimmt für die eine oder die andere Auffassung auszusprechen, wollen wir dennoch die Bemerkung nicht unterdrücken, daß im Allgemeinen die einstämmigen oder monophyletischen Descendenzhypothesen den Vorzug vor den vielstämmigen oder polyphyletischen Abstammungshypothesen verdienen, und zwar vorläufig schon aus dem einfachen Grunde, weil sie die unendlich schwierige Aufgabe der Stammbaumconstructionen in hohem Grade erleichtern. Es ist möglich, daß die entwickeltere Descendenztheorie der Zukunft den polyphyletischen Ursprung insbesondere für viele niedere und unvollkommene Gruppen der beiden organischen Reiche nachweisen wird. Gegenwärtig aber würden wir, wollten wir denselben verfolgen, jedenfalls in ein unentwirrbares Labyrinth von dunklen und widersprechenden Vermuthungen uns verlieren.

Aus diesem Grunde halte ich es für das Beste, gegenwärtig für das Thierreich einerseits, für das Pflanzenreich andrerseits eine einstämmige oder monophyletische Descendenzhypothese anzunehmen, ungefähr in der Form, wie sie auf Taf. II. und III. graphisch dargestellt ist. Hiernach würden also die oben genannten sechs Stämme oder Phylen des Thierreichs an ihrer untersten Wurzel zusammenhängen, und ebenso die erwähnten drei bis sechs Hauptklassen oder Phylen des Pflanzenreichs von einer gemeinsamen ältesten Stammform abzuleiten sein. Wie der Zusammenhang dieser Stämme zu denken ist, werde ich in den nächsten Vorträgen erläutern. Zunächst aber müssen wir uns hier noch mit einer sehr merkwürdigen Gruppe von Organismen beschäftigen, welche weder in den Stammbaum des Pflanzenreichs (Taf. II.), noch in den Stammbaum des

Thierreichs (Taf. III.) ohne künstlichen Zwang eingereiht werden können. Diese interessanten und wichtigen Organismen sind die Urwesen oder Protisten. (Vergl. Taf. I.).

Sämmtliche Organismen, welche wir als Protisten zusammenfassen, zeigen in ihrer äußeren Form, in ihrem inneren Bau und in ihren gesammten Lebenserscheinungen eine so merkwürdige Mischung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften, daß sie mit klarem Rechte weder dem Thierreiche, noch dem Pflanzenreiche zugetheilt werden können, und daß seit mehr als zwanzig Jahren ein endloser und fruchtloser Streit darüber geführt wird, ob sie in jenes oder in dieses einzuordnen seien. Die meisten Protisten oder Urwesen sind von so geringer Größe, daß man sie mit bloßem Auge nur schwer oder gar nicht wahrnehmen kann. Daher ist die Mehrzahl derselben erst im Laufe der letzten fünfzig Jahre bekannt geworden, seit man mit Hülfe der verbesserten und allgemein verbreiteten Mikroskope diese winzigen Organismen häufiger beobachtete und genauer untersuchte. Aber sobald man dadurch näher mit ihnen vertraut wurde, erhoben sich auch alsbald endlose Streitigkeiten über ihre eigentliche Natur und ihre Stellung im natürlichen Systeme der Organismen. Viele von diesen zweifelhaften Urwesen wurden von den Botanikern für Thiere, von den Zoologen für Pflanzen erklärt; es wollte sie keiner von Beiden haben. Andere wurden umgekehrt sowohl von den Botanikern für Pflanzen, als von den Zoologen für Thiere erklärt; jeder wollte sie haben. Diese Widersprüche sind nicht etwa durch unsere unvollkommene Kenntniß der Protisten, sondern wirklich durch ihre wahre Natur bedingt. In der That zeigen die meisten Protisten eine so bunte Vermischung von mancherlei thierischen und pflanzlichen Charakteren, daß es lediglich der Willkür des einzelnen Beobachters überlassen bleibt, ob er sie dem Thier- oder Pflanzenreich einreihen will. Je nachdem er diese beiden Reiche definirt, je nachdem er diesen oder jenen Charakter als bestimmend für die Thiernatur oder für die Pflanzennatur ansieht, wird er die einzelnen Protistenklassen bald dem Thierreiche bald dem Pflanzenreiche zuertheilen. Diese systematische Schwierigkeit ist aber dadurch zu einem ganz unauflöslichen

Knoten geworden, daß alle neueren Untersuchungen über die niedersten Organismen die bisher übliche scharfe Grenze zwischen Thier- und Pflanzenreich völlig verwischt, oder wenigstens dergestalt zerstört haben, daß ihre Wiederherstellung nur mittelst einer ganz künstlichen Definition beider Reiche möglich ist. Aber auch in diese Definition wollen viele Protisten durchaus nicht hineinpassen.

Aus diesen und vielen anderen Gründen ist es jedenfalls, wenigstens vorläufig das Beste, die zweifelhaften Zwitterwesen sowohl aus dem Thierreiche als aus dem Pflanzenreiche auszuweisen, und in einem zwischen beiden mitten innestehenden dritten organischen Reiche zu vereinigen. Dieses vermittelnde Zwischenreich habe ich als Reich der Urwesen (Protista) in meiner allgemeinen Anatomie (im zweiten Bande der generellen Morphologie) ausführlich begründet (Gen. Morph. I, S. 191—238). In meiner Monographie der Moneren[15]) habe ich kürzlich dasselbe in etwas veränderter Begrenzung und in schärferer Definition erläutert. Als selbstständige Klassen des Protistenreichs kann man gegenwärtig etwa folgende acht Gruppen ansehen: 1. die noch gegenwärtig lebenden Moneren; 2. die Amoeboiden oder Protoplasten; 3. die Geißelschwärmer oder Flagellaten; 4. die Schleimpilze oder Myxomyceten; 5. die Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen; 6. die Kieselzellen oder Diatomeen; 7. die Meerleuchten oder Noctiluken; 8. die Wurzelfüßer oder Rhizopoden.

Wahrscheinlich wird die Anzahl dieser Protistenklassen durch die fortschreitenden Untersuchungen über die Ontogenie der einfachsten Lebensformen, die erst seit kurzer Zeit mit größerem Eifer betrieben werden, in Zukunft noch beträchtlich vermehrt werden. Mit den meisten der genannten Klassen ist man erst in den letzten zehn Jahren genauer bekannt geworden. Die Moneren und Labyrinthuleen sind sogar erst seit kurzer Zeit entdeckt. Wahrscheinlich sind auch sehr zahlreiche Protistengruppen in früheren Perioden ausgestorben, ohne uns bei ihrer größtentheils sehr weichen Körperbeschaffenheit fossile Reste hinterlassen zu haben. Von den jetzt noch lebenden niedersten Organismengruppen könnte man dem Protistenreiche auch noch drei andere Klassen anschlie-

ßen, nämlich einerseits 9. die Phykochromalgen oder Phykochromaceen und 10. die Pilze oder Fungen; andrerseits 11. die Schwämme oder Spongien. Indessen erscheint es, (für unsere Betrachtung hier wenigstens) vortheilhafter, die letztere Klasse im Thierreich, die beiden ersteren im Pflanzenreiche stehen zu lassen.

Der Stammbaum des Protistenreichs ist noch in tiefes Dunkel gehüllt. Die eigenthümliche Verbindung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften, der indifferente und unbestimmte Charakter ihrer Formverhältnisse und Lebenserscheinungen, dabei andrerseits eine Anzahl von mehreren, ganz eigenthümlichen Merkmalen, welche die meisten der genannten Klassen scharf von den anderen trennen, vereiteln vorläufig noch jeden Versuch, ihre Blutsverwandtschaft untereinander, oder mit den niedersten Thieren einerseits, mit den niedersten Pflanzen andrerseits, bestimmter zu erkennen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die genannten und noch viele andere uns unbekannte Protistenklassen ganz selbstständige organische Stämme oder Phylen darstellen, deren jeder sich aus einer, vielleicht sogar aus mehreren, durch Urzeugung entstandenen Moneren unabhängig entwickelt hat. Will man dieser vielstämmigen oder polyphyletischen Descendenzhypothese nicht beipflichten, und zieht man die einstämmige oder monophyletische Annahme von der Blutsverwandtschaft aller Organismen vor, so wird man die verschiedenen Protistenklassen als niedere Wurzelschößlinge zu betrachten haben, aus derselben einfachen Monerenwurzel heraussprossend, aus welcher die beiden mächtigen und vielverzweigten Stammbäume einerseits des Thierreichs, andrerseits des Pflanzenreichs entstanden sind (Taf. I.) Bevor ich Ihnen diese schwierige und dunkle Frage näher erläutere, wird es wohl passend sein, noch Einiges über den Inhalt der vorstehend angeführten Protistenklassen und ihre allgemeine Naturgeschichte vorauszuschicken.

Daß ich hier wieder mit den merkwürdigen Moneren (Monera) als erster Klasse des Protistenreichs beginne, wird Ihnen vielleicht seltsam vorkommen, da ich ja Moneren als die ältesten Stammformen aller Organismen ohne Ausnahme ansehe. Allein was sollen wir sonst mit den gegenwärtig noch lebenden Moneren an-

fangen? Wir wissen Nichts von ihrem paläontologischen Ursprung, wir wissen Nichts von irgend welchen Beziehungen derselben zu niederen Thieren oder Pflanzen, wir wissen Nichts von ihrer möglichen Entwickelungsfähigkeit zu höheren Organismen. Das structurlose und homogene Schleimklümpchen, welches ihren ganzen Körper bildet, ist ebenso die älteste und ursprünglichste Grundlage der thierischen wie der pflanzlichen Plastiden. Offenbar würde es daher ebenso willkürlich und grundlos sein, wenn man sie dem Thierreiche, als wenn man sie dem Pflanzenreiche anschließen wollte. Jedenfalls verfahren wir vorläufig am vorsichtigsten und am meisten kritisch, wenn wir die gegenwärtig noch lebenden Moneren, deren Zahl und Verbreitung vielleicht sehr groß ist, als eine ganz besondere selbstständige Klasse zusammenfassen, welche wir allen übrigen Klassen sowohl des Protistenreichs, als des Pflanzenreichs und des Thierreichs gegenüber stellen. Durch die vollkommene Gleichartigkeit ihrer ganzen eiweißartigen Körpermasse, durch den völligen Mangel einer Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilchen schließen sich, rein morphologisch betrachtet, die Moneren näher an die Anorgane als an die Organismen an, und vermitteln offenbar den Uebergang zwischen anorganischer und organischer Körperwelt, wie ihn die Hypothese der Urzeugung annimmt. Da ich Ihnen die Lebenserscheinungen der jetzt noch lebenden Moneren (Protamoeba, Protogenes, Protomyxa etc.) bereits früher geschildert habe, so verweise ich Sie auf den achten Vortrag (S. 142) und auf meine Monographie der Moneren,[15]) und wiederhole hier nur als Beispiel die früher gegebene Abbildung der Protamoeba, eines Moneres, welches das süße Wasser bewohnt (Fig. 12).

Nicht weniger genealogische Schwierigkeiten als die Moneren, bieten uns die Amoeben der Gegenwart, und die ihnen nächstverwandten Organismen (Arcelliden und Gregarinen), welche wir hier als eine zweite Protistenklasse unter dem Namen der Amoeboiden (Protoplasta) zusammenfassen. Man stellt diese Urwesen jetzt gewöhnlich in das Thierreich, ohne daß man eigentlich einsieht, warum? Denn einfache nackte Zellen, d. h. hüllenlose und kernfüh-

rende Plastiden, kommen eben sowohl bei echten Pflanzen als bei echten Thieren vor. Eigentlich ist jede nackte einfache Zelle, gleichviel ob sie aus dem Thier- oder Pflanzenkörper kömmt, von einer selbstständigen Amoebe nicht zu unterscheiden. Denn diese letztere ist selbst

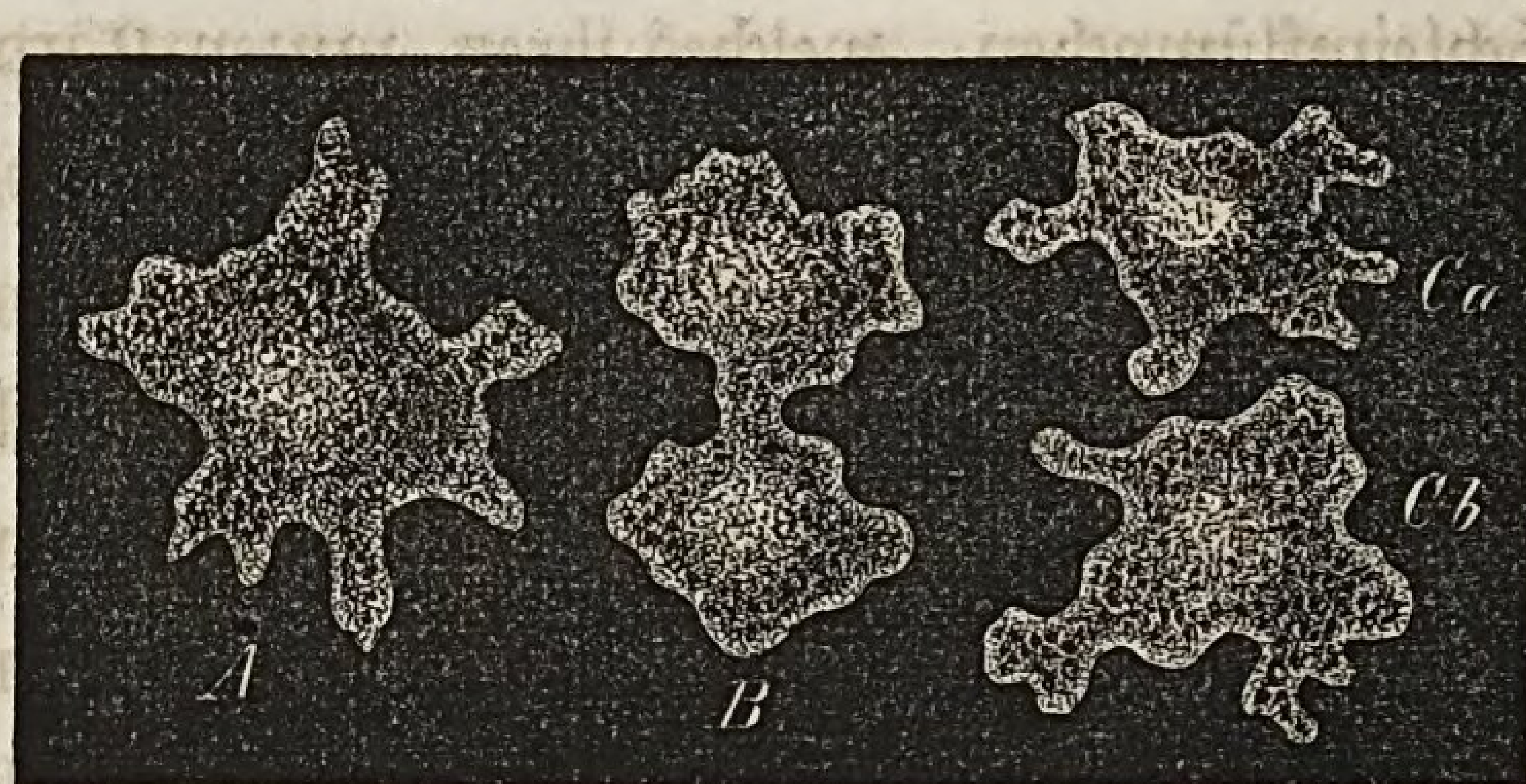


Fig. 12. Fortpflanzung eines einfachsten Organismus, eines Moneres, durch Selbsttheilung. *A.* Das ganze Moner, eine Protamoeba. *B.* Dieselbe zerfällt durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften. *C.* Jede der beiden Hälften hat sich von der anderen getrennt und stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

Nichts weiter als eine einfache Urzelle, ein nacktes Klümpchen von Zellstoff oder Plasma, welches einen Kern enthält. Die Zusammenziehungsfähigkeit oder Contractilität dieses Plasma aber, welche die freie Amoebe im Ausstrecken und Einziehen formwechselnder Fortsätze zeigt, ist eine allgemeine Lebenseigenschaft des organischen Plasma eben sowohl in den thierischen wie in den pflanzlichen Plastiden. Wenn eine frei bewegliche, ihre Form beständig ändernde Amoebe in den Ruhezustand übergeht, so zieht sie sich kugelig zusammen und umgiebt sich mit einer ausgeschwitzten Membran. Dann ist sie der Form nach ebenso wenig von einem thierischen Ei als von einer einfachen kugeligen Pflanzenzelle zu unterscheiden (Fig. 13 A).

Nackte kernhaltige Zellen, gleich den in Fig. 13 B abgebildeten, welche in beständigem Wechsel formlose fingerähnliche Fortsätze ausstrecken und wieder einziehen, und welche man deshalb als Amoeben bezeichnet, finden sich vielfach und sehr weit verbreitet im süßen Wasser und im Meere, ja sogar auf dem Lande kriechend vor. Dieselben nehmen ihre Nahrung in derselben Weise auf, wie es früher (S. 143) von den Protamoeben beschrieben wurde. Bisweilen kann man ihre Fortpflanzung durch Theilung (Fig 13 C, D) beobachten, die ich bereits

in einem früheren Vortrage Ihnen geschildert habe (S. 145). Viele von diesen formlosen Amoeben sind neuerdings als jugendliche Entwickelungszustände von anderen Protisten (namentlich den Myxomyceten) oder als abgelöste Zellen von niederen Thieren und Pflanzen

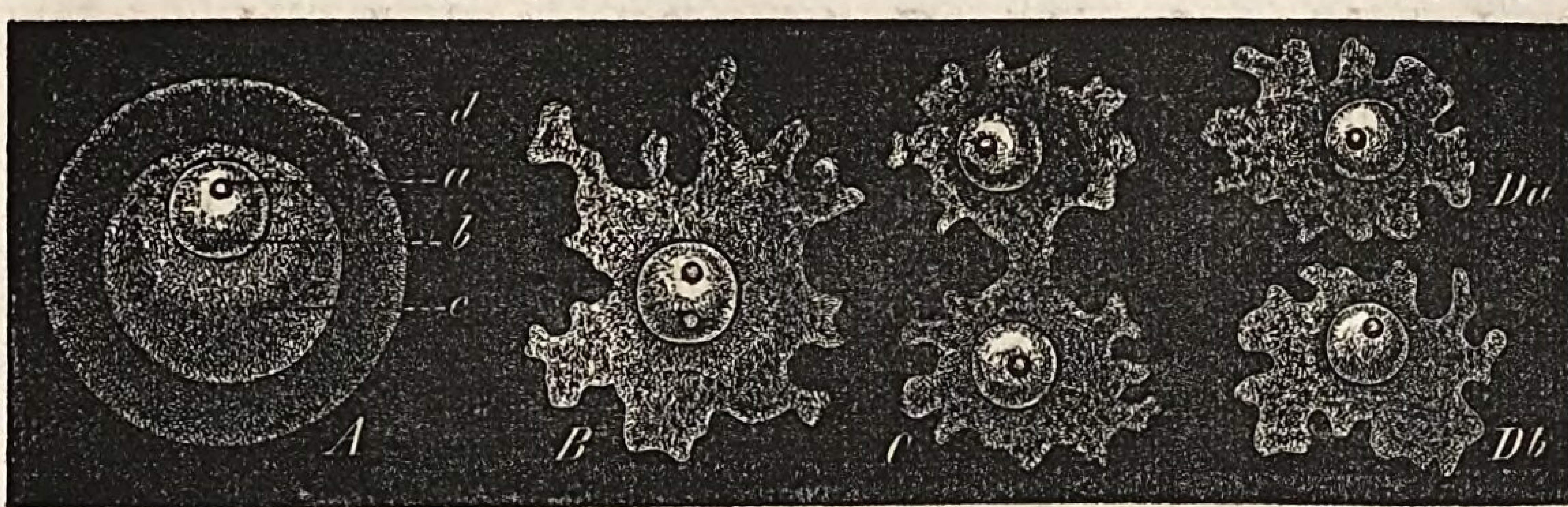


Fig. 13. Fortpflanzung eines einzelligen Organismus, einer Amoeba, durch Selbsttheilung. *A.* Die eingekapselte Amoeba, eine einfache kugelige Zelle, bestehend aus einem Protoplasmaklumpen (*b*), welcher einen Kern (*a*) einschließt, und von einer Zellhaut oder Kapsel umgeben ist. *B.* Die freie Amoeba, welche die Cyste oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. *C.* Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist (*Da* und *Db*).

erkannt worden. Die farblosen Blutzellen der Thiere z. B., auch die im menschlichen Blute, sind von Amoeben nicht zu unterscheiden, und können gleich diesen feste Körperchen in ihr Inneres aufnehmen, wie ich zuerst durch Fütterung derselben mit feinzertheilten Farbstoffen nachgewiesen habe (Gen. Morph. I, 271). Andere Amoeben dagegen (wie die in Fig. 13 abgebildeten) scheinen selbstständige „gute Arten oder Species" zu sein, indem sie sich viele Generationen hindurch unverändert fortpflanzen. Außer den eigentlichen oder n a c k t e n Amoeben (Gymnamoebae) finden wir weitverbreitet, besonders im süßen Wasser, auch b e s c h a l t e Amoeben (Lepamoebae), deren nackter Plasmaleib t h e i l w e i s durch eine mehr oder weniger feste Schale (Arcella) oder selbst ein aus Steinchen zusammengeklebtes Gehäuse (Difflugia) geschützt ist. Endlich finden wir im Leibe von vielen niederen Thieren vielfach schmarotzende Amoeben vor (Gregarinae), welche durch Anpassung an das Schmarotzerleben ihren g a n z e n Plasmakörper mit einer vollständig geschlossenen Haut umhüllt haben.

Die einfachen nackten Amoeben sind für die gesammte Biologie, und insbesondere für die allgemeine Genealogie, nächst den Moneren die wichtigsten von allen Organismen. Denn offenbar entstanden die Amoeben ursprünglich aus einfachen Moneren (Protamoeba) dadurch, daß der erste wichtige Sonderungsvorgang in ihrem homogenen Schleimkörper stattfand, die Differenzirung des inneren Kerns von dem umgebenden Plasma. Dadurch war der große Fortschritt von einer einfachen (kernlosen) Cytode zu einer echten (kernhaltigen) Zelle geschehen (Vergl. Fig 12 A und Fig. 13 B). Indem einige von diesen Zellen sich frühzeitig durch Ausschwitzung einer erstarrenden Membran abkapselten, bildeten sie die ersten Pflanzenzellen, während andere, nackt bleibende, sich zu den ersten Zellen des Thierkörpers entwickeln konnten. In der Anwesenheit oder dem Mangel einer umhüllenden starren Membran liegt der wichtigste, obwohl keineswegs durchgreifende Unterschied der pflanzlichen und der thierischen Zellen. Indem die Pflanzenzellen sich schon frühzeitig durch Einschließung in ihre starre, dicke und feste Cellulose-Schale abkapseln, gleich der ruhenden Amoebe, Fig. 13 A, bleiben sie selbstständiger und den Einflüssen der Außenwelt weniger zugänglich, als die weichen, meistens nackten oder nur von einer dünnen und biegsamen Haut umhüllten Thierzellen. Daher vermögen aber auch die ersteren nicht so wie die letzteren zur Bildung höherer, zusammengesetzter Gewebstheile, z. B. Nervenfasern, Muskelfasern zusammenzutreten. Zugleich wird sich bei den ältesten einzelligen Organismen schon frühzeitig der wichtigste Unterschied in der thierischen und pflanzlichen Nahrungsaufnahme ausgebildet haben. Die ältesten einzelligen Thiere konnten als nackte Zellen, so gut wie die freien Amoeben (Fig. 13 B) und die farblosen Blutzellen, feste Körperchen in das Innere ihres weichen Leibes aufnehmen, während die ältesten einzelligen Pflanzen, durch ihre Membran abgekapselt, hierzu nicht mehr fähig waren und bloß flüssige Nahrung (mittelst Diffusion) durch dieselbe durchtreten lassen konnten.

Nicht minder zweifelhaft als die Natur der Amoeben ist diejenige der Geißelschwärmer (Flagellata), welche wir als eine dritte Klasse

des Protistenreichs betrachten. Auch diese zeigt gleich nahe und wichtige Beziehungen zum Pflanzenreich wie zum Thierreich. Einige Flagellaten sind von den frei beweglichen Jugendzuständen echter Pflanzen, namentlich den Schwärmsporen vieler Tange, nicht zu unterscheiden, während andere sich unmittelbar den echten Thieren, und zwar den bewimperten Infusorien (Ciliata) anschließen. Die Geißelschwärmer sind einfache Zellen, welche entweder einzeln oder zu Colonien vereinigt im süßen und salzigen Wasser leben. Ihr charakteristischer Körpertheil ist ein sehr beweglicher, einfacher oder mehrfacher, peitschenförmiger Anhang (Geißel oder Flagellum), mittelst dessen sie lebhaft im Wasser umherschwärmen. Die Klasse zerfällt in zwei Ordnungen. Bei den bewimperten Geißelschwärmern (Cilioflagellata) ist außer der langen Geißel auch noch ein Kranz von kurzen Wimpern vorhanden, welcher den unbewimperten Geißelschwärmern (Nudoflagellata) fehlt. Zu den ersteren gehören namentlich die kieselschaligen gelben Peridinien, welche sich an dem Leuchten des Meeres stark betheiligen, zu den letzteren die grünen Euglenen, welche oft durch ihre ungeheuren Individuenmassen unsere Teiche im Frühjahr ganz grün färben.

Eine vierte Protistenklasse bilden die merkwürdigen Schleimpilze (Myxomycetes). Diese galten früher allgemein für Pflanzen, für echte Pilze, bis vor neun Jahren der Botaniker de Bary durch Entdeckung ihrer Ontogenie nachwies, daß dieselben gänzlich von den Pilzen verschieden, und eher als niedere Thiere zu betrachten seien. Allerdings ist der reife Fruchtkörper derselben eine rundliche, oft mehrere Zoll große, mit feinem Sporenpulver und weichen Flocken gefüllte Blase, wie bei den bekannten Bovisten oder Bauchpilzen (Gastromycetes). Allein aus den Keimkörnern oder Sporen derselben kommen nicht die charakteristischen Fadenzellen oder Hyphen der echten Pilze hervor, sondern nackte Zellen, welche anfangs in Form von Geißelschwärmern umherschwimmen, später nach Art der Amoeben umherkriechen und endlich mit anderen Ihresgleichen zu großen Schleimkörpern oder „Plasmodien" zusammenfließen, aus denen dann unmittelbar der blasenförmige Fruchtkörper entsteht. Wahrscheinlich kennen Sie Alle eines von je-

nen Plasmodien, dasjenige von Aethalium septicum, welches im Sommer als sogenannte „Lohblüthe“ in Form einer schöngelben, oft mehrere Fuß breiten, salbenartigen Schleimmasse netzförmig die Lohhaufen und Lohbeete der Gerber durchzieht. Die schleimigen frei kriechenden Jugendzustände dieser Myxomyceten, welche meistens auf faulenden Pflanzenstoffen, Baumrinden u. s. w. in feuchten Wäldern leben, werden mit gleichem Recht oder Unrecht von den Zoologen für Thiere, wie die reifen und ruhenden blasenförmigen Fruchtzustände von den Botanikern für Pflanzen erklärt.

Nicht weniger räthselhafter Natur sind ebenfalls die Protisten der fünften Klasse, die Labyrinthläufer (Labyrithuleae), welche erst kürzlich von Cienkowsky an Pfählen im Seewasser entdeckt wurden. Es sind spindelförmige, meistens dottergelb gefärbte Zellen, welche bald in dichten Haufen zu Klumpen vereinigt sitzen, bald in höchst eigenthümlicher Weise sich umherbewegen. Sie bilden dann in noch unerklärter Weise ein netzförmiges Gerüst von labyrinthisch verschlungenen Strängen, und in der starren „Fadenbahn“ dieses Gerüstes rutschen sie umher. Der Gestalt nach würde man die Zellen der Labyrinthuleen für einfachste Pflanzen, der Bewegung nach für einfachste Thiere halten. In der That sind sie weder Thiere noch Pflanzen.

Den Labyrinthuleen vielleicht nächstverwandt sind die Kieselzellen (Diatomeae), eine sechste Protistenklasse. Diese Urwesen, welche jetzt meistens für Pflanzen, aber von einigen berühmten Naturforschern noch heute für Thiere gehalten werden, bevölkern in ungeheuren Massen und in einer unendlichen Mannichfaltigkeit der zierlichsten Formen das Meer und die süßen Gewässer. Meist sind es mikroskopisch kleine Zellen, welche entweder einzeln oder in großer Menge vereinigt leben, und entweder festgewachsen sind oder sich in eigenthümlicher Weise rutschend, schwimmend oder kriechend, umherbewegen. Ihr weicher Zellenleib, der durch einen charakteristischen Farbstoff bräunlich gelb gefärbt ist, wird stets von einer festen und starren Kieselschale umschlossen, welche die zierlichsten und mannichfaltigsten Formen besitzt. Diese Kieselhülle ist nur durch eine oder ein paar Spalten

nach außen geöffnet und läßt dadurch den eingeschlossenen weichen Plasmaleib mit der Außenwelt communiciren. Die Kieselschalen finden sich massenhaft versteinert vor und setzen manche Gesteine, z. B. den Biliner Polirschiefer, das schwedische Bergmehl u. s. w. vorwiegend zusammen.

Eine eigene, siebente Protistenclasse bilden die Meerleuchten (Noctilucae). Es sind kleine, weiche, schleimige Bläschen, von der Form einer Pfirsich. Sie haben gewöhnlich nur etwa eine halbe Linie oder einen Millimeter Durchmesser, bedecken aber die Meeresoberfläche oft in so erstaunlichen Massen, daß sie in meilenweiter Ausdehnung eine mehr als zolldicke Schleimschicht auf der Oberfläche bilden. Sie gehören neben den obenerwähnten Peridinien, und neben vielen niederen Seethieren (besonders Medusen und Krebsen) zu den wesentlichsten Ursachen des Meerleuchtens, indem sie im Dunkeln einen phosphorischen Glanz ausstrahlen. Trotzdem sie in so ungeheuren Massen in der Nordsee, im Mittelmeere u. s. w. vorkommen, kennen wir dennoch die Naturgeschichte der Noctiluken nur sehr unvollständig. Es ist möglich, daß sie den Pflanzen näher als den Thieren verwandt sind, obwohl die meisten Naturforscher sie gegenwärtig zu den Thieren zählen. Wahrscheinlich sind es neutrale Protisten.

Ebenso zweifelhaft ist auch die Natur der achten und letzten Klasse des Protistenreichs, der Wurzelfüßer (Rhizopoda). Diese merkwürdigen Organismen bevölkern das Meer seit den ältesten Zeiten der organischen Erdgeschichte in einer außerordentlichen Formenmannichfaltigkeit, theils auf dem Meeresboden kriechend, theils an der Oberfläche schwimmend. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser (Gromia, Actinosphaerium). Die meisten besitzen feste, aus Kalkerde oder Kieselerde bestehende und höchst zierlich zusammengesetzte Schalen, welche in versteinertem Zustande sich vortrefflich erhalten. Oft sind dieselben zu dicken Gebirgsmassen angehäuft, obwohl die einzelnen Individuen sehr klein und häufig für das bloße Auge kaum oder gar nicht sichtbar sind. Nur wenige erreichen einen Durchmesser von einigen Linien oder selbst von ein paar Zollen. Ihren Namen führt die ganze Klasse davon, daß ihr nackter schleimiger Leib an der ganzen Oberfläche tau-

sende von äußerst feinen Schleimfäden ausstrahlt, falschen Füßchen, Scheinfüßchen oder Pseudopodien, welche sich wurzelförmig verästeln, netzförmig verbinden, und in beständigem Formwechsel gleich den einfacheren Schleimfüßchen der Amoeboiden oder Protoplasten befindlich sind. Diese veränderlichen Scheinfüßchen dienen sowohl zur Ortsbewegung, als zur Nahrungsaufnahme.

Die Klasse der Wurzelfüßer zerfällt in drei verschiedene Legionen, die Kammerwesen oder Acyttarien, die Sonnenwesen oder Heliozoen und die Strahlwesen oder Radiolarien. Die erste und niederste von diesen drei Legionen bilden die Kammerwesen (Acyttaria). Hier besteht nämlich der ganze weiche Leib noch aus einfachem schleimigem Zellstoff oder Plasma, das noch nicht in Zellen differenzirt ist. Allein trotz dieser höchst primitiven Leibesbeschaffenheit schwitzen die Kammerwesen dennoch meistens eine feste, aus Kalkerde bestehende Schale aus, welche eine große Mannichfaltigkeit zierlicher Formbildung zeigt. Bei den älteren und einfacheren Acyttarien ist diese Schale eine einfache, glockenförmige, röhrenförmige oder schneckenhausförmige Kammer, aus deren Mündung ein Bündel von Schleimfäden hervortritt. Im Gegensatz zu diesen Einkammerwesen (Monothalamia) besitzen die Vielkammerwesen (Polythalamia), zu denen die große Mehrzahl der Acyttarien gehört, ein Gehäuse, welches aus zahlreichen Kammern in sehr künstlicher Weise zusammengesetzt ist. Bald liegen diese Kammern in einer Reihe hinter einander, bald in concentrischen Kreisen oder Spiralen ringförmig um einen Mittelpunkt herum, und dann oft in vielen Etagen übereinander, gleich den Logen eines großen Amphitheaters. Diese Bildung besitzen z. B. die Nummuliten, deren linsengroße Kalkschalen, zu Milliarden angehäuft, an der Mittelmeerküste ganze Gebirge zusammensetzen. Die Steine, aus denen die egyptischen Pyramiden aufgebaut sind, bestehen aus solchem Nummulitenkalk. In den meisten Fällen sind die Schalenkammern der Polythalamien in einer Spirallinie um einander gewunden. Die Kammern stehen mit einander durch Gänge und Thüren in Verbindung, gleich den Zimmern eines großen Palastes, und sind nach außen gewöhn-

lich durch zahlreiche kleine Fenster geöffnet, aus denen der schleimige Körper formwechselnde Scheinfüßchen ausstrecken kann. Und dennoch, trotz des außerordentlich verwickelten und zierlichen Baues dieser Kalkpaläste, trotz der unendlichen Mannichfaltigkeit in dem Bau und der Verzierung seiner zahlreichen Kammern, trotz der Regelmäßigkeit und Eleganz ihrer Ausführung, ist dieser ganze künstliche Palast das ausgeschwitzte Product einer vollkommen formlosen und structurlosen Schleimmasse! Fürwahr, wenn nicht schon die ganze neuere Anatomie der thierischen und pflanzlichen Gewebe unsere Plastidentheorie stützte, wenn nicht alle allgemeinen Resultate derselben übereinstimmend bekräftigten, daß das ganze Wunder der Lebenserscheinungen und Lebensformen auf die active Thätigkeit der formlosen Eiweißverbindungen des Plasma zurückzuführen ist, die Polythalamien allein schon müßten unserer Theorie den Sieg verleihen. Denn hier können wir jeden Augenblick die wunderbare, aber unleugbare und zuerst von Dujardin und Max Schultze[24]) festgestellte Thatsache durch das Mikroskop nachweisen, daß der formlose Schleim des weichen Plasmakörpers, dieser wahre „Lebensstoff", die zierlichsten, regelmäßigsten und verwickeltsten Bildungen auszuscheiden vermag. Dadurch lernen wir verstehen, wie derselbe „Urschleim", dasselbe Protoplasma, im Körper der Thiere und Pflanzen die verschiedensten Zellenformen erzeugen kann.

Von ganz besonderem Interesse ist es noch, daß zu den Polythalamien auch der älteste Organismus gehört, dessen Reste uns in versteinertem Zustande erhalten sind. Dies ist das vorher bereits erwähnte „kanadische Morgenwesen", Eozoon canadense, welches vor wenigen Jahren in der Ottawaformation (in den tiefsten Schichten des laurentischen Systems) am Ottawaflusse in Canada gefunden worden ist. In der That, durften wir überhaupt erwarten, in diesen ältesten Ablagerungen der Primordialzeit noch organische Reste zu finden, so konnten wir vor Allen auf diese einfachsten und doch mit einer festen Schale bedeckten Protisten hoffen, in deren Organisation der Unterschied zwischen Thier und Pflanze noch nicht ausgeprägt ist.

Von der zweiten Klasse der Wurzelfüßer, von den Sonnenwesen (Heliozoa), kennen wir nur eine einzige Art, das sogenannte „Sonnenthierchen", welches in unseren süßen Gewässern sehr häufig ist. Schon im vorigen Jahrhundert wurde dasselbe von Pastor Eichhorn in Danzig beobachtet und nach ihm Actinosphaerium Eichhornii getauft. Es erscheint dem bloßen Auge als ein gallertiges graues Schleimkügelchen von der Größe eines Stecknadelknopfes. Unter dem Mikroskope sieht man Hunderte oder Tausende feiner Schleimfäden von dem centralen Plasmakörper ausstrahlen, und bemerkt, daß seine innere zellige Markschicht von der äußeren blasigen Rindenschicht verschieden ist. Dadurch erhebt sich das kleine Sonnenwesen, trotz des Mangels einer Schale, bereits über die structurlosen Acyttarien und bildet den Uebergang von diesen zu den Radiolarien.

Die Strahlwesen (Radiolaria) bilden die dritte und letzte Klasse der Rhizopoden. In ihren niederen Formen schließen sie sich eng an die Sonnenwesen und Kammerwesen an, während sie sich in ihren höheren Formen weit über diese erheben. Von Beiden unterscheiden sie sich wesentlich dadurch, daß der centrale Theil des Körpers aus vielen Zellen zusammengesetzt und von einer festen Membran umhüllt ist. Diese geschlossene, meistens kugelige „Centralkapsel" ist in eine schleimige Plasmaschicht eingehüllt, von welcher überall Tausende von höchst feinen Fäden, die verästelten und zusammenfließenden Scheinfüßchen, ausstrahlen. Dazwischen sind zahlreiche gelbe Zellen von räthselhafter Bedeutung zerstreut. Die meisten Radiolarien zeichnen sich durch ein sehr entwickeltes Skelet aus, welches aus Kieselerde besteht, und eine wunderbare Fülle der zierlichsten und seltsamsten Formen zeigt. Bald bildet dieses Kieselskelet eine einfache Gitterkugel (Fig. 14 s), bald ein künstliches System von mehreren concentrischen Gitterkugeln, welche in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden sind. Meistens strahlen zierliche, oft baumförmig verzweigte Stacheln von der Oberfläche der Kugeln aus. Anderemale besteht das ganze Skelet bloß aus einem Kieselstern und ist dann meistens aus zwanzig, nach einem bestimmten mathematischen

Gesetze vertheilten und in einem gemeinsamen Mittelpunkte vereinigten Stacheln zusammengesetzt. Bei noch anderen Radiolarien bildet das Skelet zierliche vielkammerige Gehäuse wie bei den Polythalamien. Es giebt wohl keine andere Gruppe von Organismen, welche eine solche Fülle der verschiedenartigsten Grundformen und eine so geometrische Regelmäßigkeit, verbunden mit der zierlichsten Architektonik, in ihren Skeletbildungen entwickelte. Die meisten der bis jetzt bekannt gewordenen habe ich in dem Atlas abgebildet, der meine Monographie der Radiolarien begleitet[23]). Hier gebe ich Ihnen als Beispiel nur die Abbildung von einer der einfachsten Gestalten, der Cyrtido-

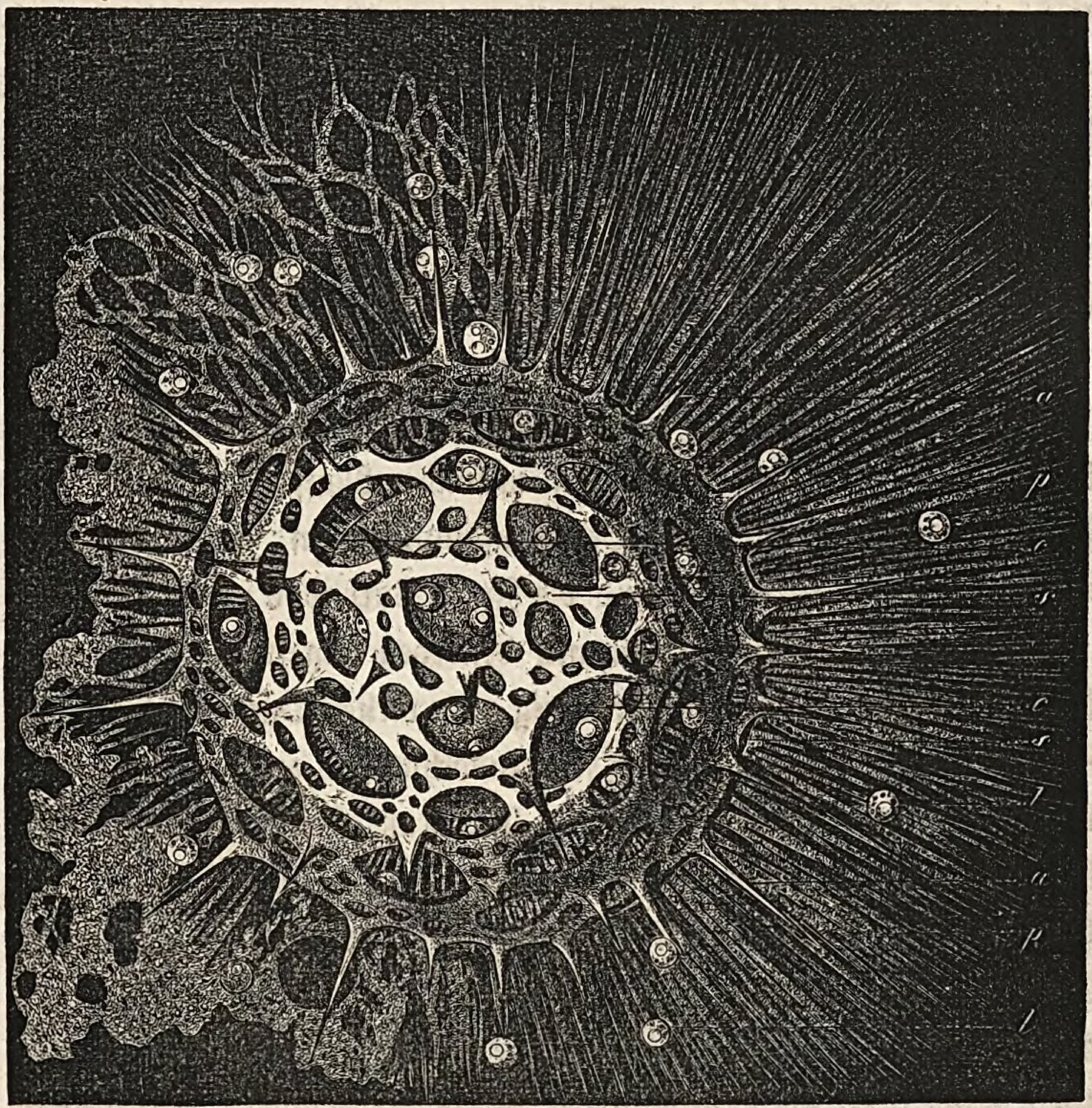


Fig. 14. Cyrtidosphaera echinoides, 400 mal vergrößert. c. Kugelige Centralkapsel. s. Gitterförmig durchbrochene Kieselschale. a. Radiale Stacheln, welche von derselben ausstrahlen. p. Pseudopodien oder Scheinfüßchen, welche von der die Centralkapsel umgebenden Schleimhülle ausstrahlen. l. Gelbe kugelige Zellen, welche dazwischen zerstreut sind.

sphaera echinoides von Nizza[25]). Das Skelet besteht hier bloß aus einer einfachen Gitterkugel (s), welche kurze radiale Stacheln (a) trägt, und welche die Centralkapsel (c) locker umschließt. Von der Schleimhülle, die letztere umgiebt, strahlen sehr zahlreiche und feine Scheinfüßchen (p) aus, welche links zum Theil zurückgezogen und in eine klumpige Schleimmasse verschmolzen sind. Dazwischen sind viele gelbe Zellen (l) zerstreut.

Während die Acyttarien meistens nur auf dem Grunde des Meeres leben, auf Steinen und Seepflanzen, zwischen Sand und Schlamm mittelst ihrer Scheinfüßchen umherkriechend, schwimmen dagegen die Radiolarien meistens an der Oberfläche des Meeres, mit rings ausgestreckten Pseudopodien flottirend. Sie finden sich hier in ungeheuren Mengen beisammen, sind aber meistens so klein, daß man sie bis vor zwanzig Jahren fast völlig übersah und erst seit zehn Jahren genauer kennen lernte. Fast nur diejenigen Radiolarien, welche in Gesellschaften beisammen leben (Polycyttarien) bilden Gallertklumpen von einigen Linien Durchmesser. Dagegen die meisten einzeln lebenden (Monocyttarien) kann man mit bloßem Auge nicht sehen. Trotzdem finden sich ihre versteinerten Schalen in solchen Massen angehäuft, daß sie an manchen Stellen ganze Berge zusammensetzen, z. B. die Nikobareninseln bei Hinterindien und die Insel Barbados in den Antillen.

Da die Meisten von Ihnen mit den eben angeführten acht Protistenklassen vermuthlich nur sehr wenig oder vielleicht gar nicht genauer bekannt sein werden, so will ich jetzt zunächst noch einiges Allgemeine über ihre Naturgeschichte bemerken. Die große Mehrzahl aller Protisten lebt im Meere, theils freischwimmend an der Oberfläche der See, theils auf dem Meeresboden kriechend, oder an Steinen, Muscheln, Pflanzen u. s. w. festgewachsen. Sehr viele Arten von Protisten leben auch im süßen Wasser, aber nur eine sehr geringe Anzahl auf dem festen Lande (z. B. die Myxomyceten, einige Protoplasten). Die meisten können nur durch das Mikroskop wahrgenommen werden, ausgenommen, wenn sie zu Millionen von Individuen zusammengehäuft vorkommen. Nur Wenige erreichen einen Durchmesser von mehreren

Linien oder selbst einigen Zollen. Was ihnen aber an Körpergröße abgeht, ersetzen sie durch die Production erstaunlicher Massen von Individuen, und greifen dadurch oft sehr bedeutend in die Oekonomie der Natur ein. Die unverweslichen Ueberreste der gestorbenen Protisten, wie die Kieselschalen der Diatomeen und Radiolarien, die Kalkschalen der Acyttarien, setzen oft dicke Gebirgsschichten zusammen.

In ihren Lebenserscheinungen, insbesondere in Bezug auf Ernährung und Fortpflanzung, schließen sich die einen Protisten mehr den Pflanzen, die anderen mehr den Thieren an. Die Nahrungsaufnahme sowohl als der Stoffwechsel gleicht bald mehr denjenigen der niederen Thiere, bald mehr denjenigen der niederen Pflanzen. Die meisten Protisten aber zeigen gerade hierin eine merkwürdige Mittelstellung zwischen beiden Reichen. Freie Ortsbewegung kommt vielen Protisten zu, während sie anderen fehlt; allein hierin liegt gar kein entscheidender Charakter, da wir auch unzweifelhafte Thiere kennen, denen die freie Ortsbewegung ganz abgeht, und echte Pflanzen, welche dieselbe besitzen. Eine Seele besitzen alle Protisten, so gut wie alle Thiere und wie alle Pflanzen. Die Seele scheint bei vielen Protisten sehr zarter Empfindungen fähig zu sein; wenigstens sind dieselben oft höchst reizbar. Dagegen scheint der Wille bei den Meisten sehr schwach entwickelt zu sein, und ob irgend ein Protist selbstständiges Denkvermögen besitzt, ist sehr zweifelhaft. Allein das Denkvermögen fehlt in gleichem Grade auch vielen niederen Thieren, während viele von den höheren Thieren ebenso klar und oft folgerichtiger als viele niedere Menschen denken.

Der wichtigste physiologische Charakter des Protistenreichs liegt in der ausschließlich ungeschlechtlichen Fortpflanzung aller hierher gehörigen Organismen. Die höheren Thiere und Pflanzen pflanzen sich fast ausschließlich nur auf geschlechtlichem Wege fort. Die niederen Thiere und Pflanzen vermehren sich zwar auch vielfach auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospenbildung, Keimbildung u. s. w. Allein daneben findet sich bei denselben doch fast immer noch die geschlechtliche Fortpflanzung, oft

mit ersterer regelmäßig in Generationen abwechselnd (Metagenesis S. 88). Sämmtliche Protisten dagegen pflanzen sich ausschließlich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort und der Gegensatz der beiden Geschlechter ist bei ihnen überhaupt noch nicht durch Differenzirung entstanden. Es giebt weder männliche noch weibliche Protisten.

Wie die Protisten in ihren Lebenserscheinungen zwischen Thieren und Pflanzen (und zwar vorzüglich zwischen den niedersten Formen derselben) mitten inne stehen, so gilt dasselbe auch von der chemischen Zusammensetzung ihres Körpers. Einer der wichtigsten Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Thier- und Pflanzenkörpers besteht in ihrer charakteristischen Skeletbildung. Das Skelet oder das feste Gerüste des Körpers besteht bei den meisten echten Pflanzen aus der stickstofffreien Cellulose, welche ein Ausschwitzungsprodukt des stickstoffhaltigen Zellstoffs oder Protoplasma ist. Bei den meisten echten Thieren dagegen besteht das Skelet gewöhnlich entweder aus stickstoffhaltigen Verbindungen (Chitin u. s. w.), oder aus Kalkerde. In dieser Beziehung verhalten sich die einen Protisten mehr wie Pflanzen, die anderen mehr wie Thiere. Bei Vielen ist das Skelet vorzugsweise oder ganz aus Kieselerde gebildet, welche sowohl im Thier- als Pflanzenkörper vorkommt. Der active Lebensstoff ist aber in allen Fällen immer das schleimige Protoplasma.

In Bezug auf die Formbildung der Protisten ist insbesondere hervorzuheben, daß die Individualität ihres Körpers fast immer auf einer außerordentlich tiefen Stufe der Entwickelung stehen bleibt. Sehr viele Protisten bleiben zeitlebens einfache Plastiden oder Individuen erster Ordnung. Andere bilden zwar durch Vereinigung von mehreren Individuen Colonien oder Staaten von Plastiden. Allein auch diese höheren Individuen zweiter Ordnung bleiben meistens auf einer sehr tiefen Ausbildungsstufe stehen. Die Bürger dieser Plastidengemeinden bleiben sehr gleichartig, gehen nur in sehr geringem Grade Arbeitstheilung ein, und vermögen daher ebenso wenig ihren staatlichen Organismus zu höheren Leistungen zu befähigen, als etwa die Wilden Neuhollands dies im Stande sind. Der Zusammenhang der

Plastiden bleibt auch meistens sehr locker, und jede einzelne bewahrt in hohem Maße ihre individuelle Selbstständigkeit. Individualitäten höherer (dritter bis sechster) Ordnung, wie sie im Thier- und Pflanzenreiche sehr allgemein ausgebildet sind, finden wir unter den Protisten nur in geringer Verbreitung entwickelt.

Ein zweiter Formcharakter, welcher nächst der niederen Individualitätsstufe die Protisten besonders auszeichnet, ist der niedere Ausbildungsgrad ihrer stereometrischen Grundform. Wie ich in meiner Grundformenlehre (im vierten Buche der generellen Morphologie) gezeigt habe, ist bei den meisten Organismen sowohl in der Gesammtbildung des Körpers als in der Form der einzelnen Theile eine bestimmte geometrische Grundform nachzuweisen. Diese ideale Grundform, welche durch die Zahl, Lagerung, Verbindung und Differenzirung der zusammensetzenden Theile bestimmt ist, verhält sich zu der realen organischen Form ganz ähnlich, wie sich die ideale geometrische Grundform der Krystalle zu ihrer unvollkommenen realen Form verhält. Bei den meisten Körpern und Körpertheilen von Thieren und Pflanzen ist diese Grundform eine Pyramide, und zwar bei den sogenannten „strahlig-regulären" Formen eine reguläre Pyramide, bei den höher differenzirten, sogenannten „bilateral-symmetrischen" Formen eine irreguläre Pyramide (Vergl. die Tabellen S. 556—558 im zweiten Bande der gen. Morph.). Bei den Protisten ist diese Pyramidenform, welche im Thier- und Pflanzenreiche vorherrscht, im Ganzen selten, und statt dessen ist die Form entweder ganz unregelmäßig (amorph oder irregulär) oder es ist die Grundform eine einfachere reguläre geometrische Form, insbesondere sehr häufig die Kugel, der Cylinder, das Ellipsoid, das Sphäroid, der Doppelkegel, der Kegel, das reguläre Vieleck (Tetraeder, Hexaeder, Octaeder, Dodekaeder, Icosaeder) u. s. w. Alle diese niederen und unvollkommenen Grundformen des promorphologischen Systems sind bei den Protisten die vorherrschenden Grundformen. Jedoch kommen daneben bei vielen Protisten auch noch die höheren regulären und bilateralen Grundformen vor, welche im Thier- und Pflanzenreich herrschend sind. Auch

in dieser Hinsicht schließen sich oft von nächstverwandten Protisten die einen (z. B. die Acyttarien) mehr den Thieren, die anderen (z. B. die Radiolarien) mehr den Pflanzen an.

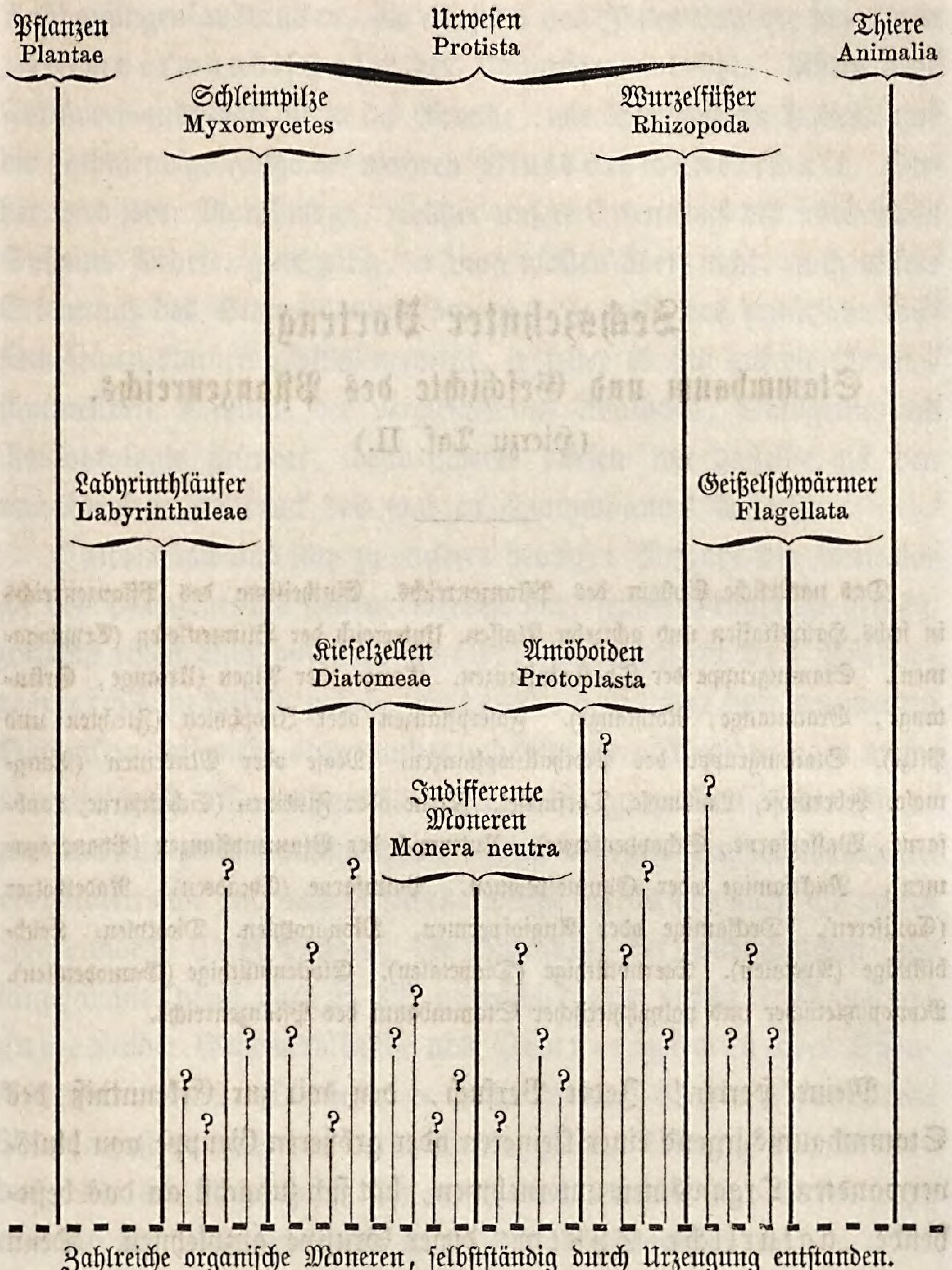
Was nun die paläontologische Entwickelung des Protistenreichs betrifft, so kann man sich darüber sehr verschiedene, aber immer nur sehr unsichere genealogische Hypothesen machen. Vielleicht sind die einzelnen Klassen desselben selbstständige Stämme oder Phylen, die sich sowohl unabhängig von einander als von dem Thierreich und von dem Pflanzenreiche entwickelt haben. Dies gilt sowohl wenn wir der vielheitlichen (polyphyletischen) als wenn wir der einheitlichen (monophyletischen) Descendenzhypothese folgen. Selbst wenn wir die letztere vollständig annehmen und für alle Organismen ohne Ausnahme, die jemals auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die gemeinsame Abstammung von einer einzigen Monerenform behaupten, selbst in diesem Falle ist der Zusammenhang der Protisten einerseits mit dem Pflanzenstamm, andrerseits mit dem Thierstamm nur ein sehr lockerer. Wir hätten sie dann, wie es auf Taf. I dargestellt ist, als niedere Wurzelschößlinge anzusehen, welche sich unmittelbar aus der Wurzel jenes zweistämmigen organischen Stammbaums entwickelt haben, oder vielleicht als tief unten abgehende Zweige eines gemeinsamen niederen Protistenstammes, welcher in der Mitte zwischen den beiden divergirenden hohen und mächtigen Stämmen des Thier- und Pflanzenreichs aufgeschossen ist. Die einzelnen Protistenklassen, mögen sie nun an ihrer Wurzel gruppenweise enger zusammenhängen oder nur ein lockeres Büschel von Wurzelschößlingen bilden, würden in diesem Falle, ohne weiter mit den rechts nach dem Thierreiche, links nach dem Pflanzenreiche einseitig abgehenden Organismengruppen Etwas zu thun zu haben, den ursprünglich einfachen Charakter der gemeinsamen Stammform mehr beibehalten haben, als es bei den echten Thieren und bei den echten Pflanzen der Fall ist.

Nehmen wir dagegen die vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese an, so würden wir uns eine mehr oder minder große Anzahl von organischen Stämmen oder Phylen vorzustellen haben,

welche alle neben und unabhängig von einander aus dem gemeinsamen Boden der Urzeugung aufschießen. Es würden dann zahlreiche verschiedene Moneren durch Urzeugung entstanden sein, deren Unterschiede nur in geringen, für uns nicht erkennbaren Differenzen ihrer chemischen Zusammensetzung und in Folge dessen auch ihrer Entwickelungsfähigkeit beruhen. Eine geringe Anzahl von diesen Moneren würde den verschiedenen Hauptklassen des Pflanzenreichs, und ebenso andrerseits eine geringe Anzahl den Hauptklassen des Thierreichs den Ursprung gegeben haben. Zwischen beiden Gruppen von Hauptklassen aber würde sich, unabhängig von diesen wie von jenen, eine größere Anzahl von selbstständigen Stämmen entwickelt haben, die auf einer tieferen Organisationsstufe stehen blieben, und sich weder zu echten Pflanzen, noch zu echten Thieren entwickelten. Selbst wenn man einen ganz selbstständigen Stamm für das Pflanzenreich, einen zweiten für das Thierreich annähme, würde man zwischen beiden noch eine größere Anzahl von selbstständigen Protistenstämmen annehmen können, deren jeder ganz unabhängig von jenen aus einer eigenen archigonen Monerenform sich entwickelt hat. Um sich dieses Verhältniß lebendig vorzustellen, werfen Sie einen Blick auf das nachstehende Schema (S. 347), oder stellen Sie sich die ganze Organismenwelt als eine ungeheure Wiese vor, welche größtentheils verdorrt ist, und auf welcher zwei vielverzweigte mächtige Bäume stehen, die ebenfalls größtentheils abgestorben sind. Diese letzteren mögen Ihnen das Thierreich und das Pflanzenreich vorstellen, ihre frischen noch grünenden Zweige die lebenden Thiere und Pflanzen, die verdorrten Zweige mit welkem Laub dagegen die ausgestorbenen Gruppen. Das dürre Gras der Wiese entspricht den wahrscheinlich zahlreichen, ausgestorbenen Protistenstämmen, die wenigen noch grünen Halme dagegen den jetzt noch lebenden.

Für die Annahme, daß wiederholt zu verschiedenen Zeiten Moneren durch Urzeugung entstanden sind, spricht vor Allem die Existenz der gegenwärtig noch lebenden Moneren, die ich Ihnen schon früher geschildert habe. Offenbar legen uns diese die Vermuthung sehr nahe,

daß der Proceß der Urzeugung noch immer fortdauert. Denn wir stehen hier vor folgender Alternative. Entweder haben sich seit der ältesten Primordialzeit diese einfachsten Organismen unverändert erhalten und noch bis auf den heutigen Tag, viele Millionen Jahre hindurch, unentwickelt den Charakter der ersten Moneren beibehalten. Oder dies ist nicht der Fall. Dann müssen sich wiederholt durch Urzeugung solche Moneren gebildet haben, und es ist dann nicht abzusehen, warum dieser Prozeß nicht noch immer fortdauern soll. Wie wir bemerkt haben, ist bisher die Urzeugung durch eine wirkliche Beobachtung noch nicht nachgewiesen, was auch jedenfalls (selbst wenn sie alltäglich stattfände!) sehr schwierig sein würde. Allein widerlegt ist die Urzeugung experimentell eben so wenig und kann sie überhaupt niemals werden. Offenbar erscheint es aber bei denkender Betrachtung viel natürlicher, auch jetzt noch diesen Proceß anzunehmen, als zu denken, daß diese einfachsten Schleimklümpchen seit antelaurentischer Zeit noch keinerlei Organe entwickelt und seit jenen vielen Millionen von Jahren sich ganz oder fast ganz unverändert in ihrer primitiven Urgestalt erhalten haben.



Vielstämmiger oder polyphyletischer Stammbaum der Organismen (im Gegensatz zu dem einstämmigen oder monophyletischen Stammbaum auf Taf. I. Die vielen Linien ohne Bezeichnung (mit einem ?) bedeuten zahlreiche ausgestorbene neutrale Stämme des Protistenreichs, welche sich weder zu Thieren noch zu Pflanzen entwickelt haben. (Vergl. S. 345.)

Sechszehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs.

(Hierzu Taf. II.)

Das natürliche System des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in sechs Hauptklassen und achtzehn Klassen. Unterreich der Blumenlosen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thalluspflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange). Faserpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothalluspflanzen. Mose oder Muscinen (Tangmose, Lebermose, Laubmose, Torfmose). Farne oder Filicinen (Schaftfarne, Laubfarne, Wasserfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktsamige oder Gymnospermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Decksamige oder Angiospermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen). Monophyletischer und polyphyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs.

Meine Herren! Jeder Versuch, den wir zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer kleineren oder größeren Gruppe von blutsverwandten Organismen unternehmen, hat sich zunächst an das bestehende „natürliche System" dieser Gruppe anzulehnen. Denn obgleich das natürliche System der Thiere, Protisten und Pflanzen niemals endgültig festgestellt werden, vielmehr immer nur einen mehr oder weniger annähernden Grad von Erkenntniß der wahren Blutsverwandtschaft darstellen wird, so wird es nichts desto weniger jederzeit die hohe Bedeutung eines hypothetischen Stammbaums behalten. Allerdings wollen die meisten Zoologen, Protistiker und Botaniker durch ihr „natürliches System" nur im Lapidarstyl die subjectiven

Anschauungen ausdrücken, die ein jeder von Ihnen von der objectiven „Formverwandtschaft" der Organismen besitzt. Allein diese Formverwandtschaft ist ja im Grunde, wie Sie gesehen haben, nur die nothwendige Folge der wahren Blutsverwandtschaft. Daher wird jeder Morphologe, welcher unsere Erkenntniß des natürlichen Systems fördert, gleichzeitig, er mag wollen oder nicht, auch unsere Erkenntniß des Stammbaums fördern. Je mehr das natürliche System seinen Namen wirklich verdient, je fester es sich auf die übereinstimmenden Resultate der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie gründet, desto sicherer dürfen wir dasselbe als den annähernden Ausdruck des wahren Stammbaums betrachten.

Indem wir uns nun zu unserer heutigen Aufgabe die Genealogie des Pflanzenreichs stecken, werden wir, jenem Grundsatze gemäß, zunächst einen Blick auf das natürliche System des Pflanzenreichs zu werfen haben, wie dasselbe heutzutage von den meisten Botanikern mit mehr oder minder unbedeutenden Abänderungen angenommen wird. Danach zerfällt zunächst die ganze Masse aller Pflanzenformen in zwei Hauptgruppen. Diese obersten Hauptabtheilungen oder Unterreiche sind noch dieselben, welche bereits vor mehr als einem Jahrhundert Carl Linné, der Begründer der systematischen Naturgeschichte (vergl. oben S. 32) unterschied und welche er Cryptogamen oder Geheimblühende und Phanerogamen oder Offenblühende nannte. Die letzteren theilte Linné in seinem künstlichen Pflanzensystem nach der verschiedenen Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße in 23 verschiedene Klassen, und diesen fügte er dann als 24ste und letzte Klasse die Cryptogamen an.

Die Cryptogamen, die geheimblühenden oder blüthenlosen Pflanzen, welche früherhin nur wenig beobachtet wurden, haben durch die eingehenden Forschungen der Neuzeit eine so große Mannichfaltigkeit der Formen, und eine so tiefe Verschiedenheit im gröberen und feineren Bau offenbart, daß wir unter denselben nicht weniger als vierzehn verschiedene Klassen unterscheiden müssen, während wir die Zahl der Klassen unter den Blüthenpflanzen oder Phaneroga-

men auf vier beschränken können. Diese achtzehn Klassen des Pflanzenreichs aber gruppiren sich naturgemäß wiederum dergestalt, daß wir im Ganzen sechs Hauptklassen (oder Kladen, d. h. Aeste) des Pflanzenreichs unterscheiden können. Zwei von diesen sechs Hauptklassen fallen auf die Blüthenpflanzen, vier dagegen auf die Blüthenlosen. Wie sich jene 18 Klassen auf diese sechs Hauptklassen, und die letzteren wiederum auf die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs vertheilen, zeigt Ihnen übersichtlich die nachstehende Tabelle und der Stammbaum auf Taf. II.

Das Unterreich der Cryptogamen oder Blumenlosen kann man zunächst naturgemäß in zwei Hauptabtheilungen oder Stammgruppen zerlegen, welche sich in ihrem inneren Bau und in ihrer äußeren Form sehr wesentlich unterscheiden, nämlich die Thalluspflanzen und die Prothalluspflanzen. Die Stammgruppe der Thalluspflanzen umfaßt die beiden großen Hauptklassen der Tange oder Algen, welche im Wasser leben, und der Faserpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze), welche außerhalb des Wassers, auf der Erde, auf Steinen, Baumrinden, auf verwesenden organischen Körpern u. s. w. wachsen. Die Stammgruppe der Prothalluspflanzen dagegen enthält die beiden formenreichen Hauptklassen der Mose und Farne.

Alle Thalluspflanzen oder Thallophyten sind sofort daran zu erkennen, daß man an ihrem Körper die beiden Grundorgane der übrigen Pflanzen, Stengel und Blätter, noch nicht unterscheiden kann. Vielmehr ist der ganze Leib aller Tange und aller Faserpflanzen eine aus einfachen Zellen zusammengesetzte Masse, welche man als Laubkörper oder Thallus bezeichnet. Dieser Thallus ist noch nicht in Stengel und Blatt differenzirt. Hierdurch, sowie durch viele andere Eigenthümlichkeiten stellen sich die Thallophyten allen übrigen Pflanzen, nämlich den beiden Hauptgruppen der Prothalluspflanzen und der Blüthenpflanzen gegenüber und man hat deßhalb auch häufig die letzteren beiden als Stockpflanzen oder Cormophyten zusammengefaßt. Das Verhältniß dieser drei Stammgruppen zu

einander, entsprechend jenen beiden verschiedenen Auffassungen, macht Ihnen nachstehende Uebersicht deutlich.

I. Blumenlose (Cryptogamae).	A. Thalluspflanzen (Thallophyta).	I. Thalluspflanzen (Thallophyta).
	B. Prothalluspflanzen (Prothallophyta).	II. Stockpflanzen (Cormophyta).
II. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	C. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	

Die Stockpflanzen oder Cormophyten, in deren Organisation bereits der Unterschied von Stengelorganen und Blattorganen entwickelt ist, bilden gegenwärtig und schon seit sehr langer Zeit die Hauptmasse der Pflanzenwelt. Allein so war es nicht immer. Vielmehr fehlten die Stockpflanzen, und zwar nicht allein die Blumenpflanzen, sondern auch die Prothalluspflanzen, noch gänzlich während jenes unermeßlich langen Zeitraums, welcher als das archolithische oder primordiale Zeitalter den Beginn und den ersten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet. Sie erinnern sich, daß während dieses Zeitraums sich die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichtensysteme ablagerten, deren Dicke zusammengenommen ungefähr 70,000 Fuß beträgt. Da nun die Dicke aller darüber liegenden jüngeren Schichten, von den devonischen bis zu den Ablagerungen der Gegenwart zusammen nur ungefähr 60,000 Fuß erreicht, so konnten wir hieraus allein den auch aus anderen Gründen wahrscheinlichen Schluß ziehen, daß jenes archolithische oder primordiale Zeitalter eine längere Dauer besaß, als die ganze darauf folgende Zeit bis zur Gegenwart. Während dieses ganzen unermeßlichen Zeitraums, der vielleicht viele Millionen von Jahrhunderten umschloß, scheint das Pflanzenleben auf unserer Erde ausschließlich durch die Stammgruppe der Thalluspflanzen, und zwar nur durch die Hauptklasse der wasserbewohnenden Thalluspflanzen, durch die Tange oder Algen, vertreten gewesen zu sein. Wenigstens gehören alle versteinerten Pflanzenreste, welche wir mit Sicherheit aus der Primordialzeit kennen, ausschließlich dieser Hauptklasse an. Da auch alle Thierreste dieses ungeheuren

Systematische Uebersicht der sechs Hauptklassen und achtzehn Klassen des Pflanzenreichs.

Stammgruppen oder Unterreiche des Pflanzenreichs	Hauptklassen oder Kladen des Pflanzenreichs	Klassen des Pflanzenreichs	Systematischer Name der Klassen
A. Thallus-pflanzen. Thallophyta	I. Tange *Algae*	1. Urtange	1. Archephyceae (Archephyta)
		2. Grüntange	2. Chlorophyceae (Chloralgae)
		3. Brauntange	3. Phaeophyceae (Fucoideae)
		4. Rothtange	4. Rhodophyceae (Florideae)
	II. Faserpflanzen *Inophyta*	5. Flechten	5. Lichenes
		6. Pilze	6. Fungi
B. Prothallus-pflanzen. Prothallophyta	III. Mose *Muscinae*	7. Tangmose	7. Charobrya (Characeae)
		8. Lebermose	8. Thallobrya (Hepaticae)
		9. Laubmose	9. Phyllobrya (Frondosae)
		10. Torfmose	10. Sphagnobrya (Sphagnaceae)
	IV. Farne *Filicinae*	11. Schaftfarne	11. Calamariae (Calamophyta)
		12. Laubfarne	12. Filices (Geopterides)
		13. Wasserfarne	13. Rhizocarpeae (Hydropterides)
		14. Schuppenfarne	14. Selagines (Lepidophyta)
C. Blumen-Pflanzen. Phanerogamae	V. Nacktsamige *Gymnospermae*	15. Palmfarne	15. Cycadeae
		16. Nadelhölzer	16. Coniferae
	VI. Decksamige *Angiospermae*	17. Einkeimblättrige	17. Monocotylae
		18. Zweikeimblättrige	18. Dicotylae.

Zeitraums nur wasserbewohnenden Thieren angehören, so schließen wir daraus, daß landbewohnende Organismen damals noch gar nicht existirten.

Schon aus diesen Gründen muß die erste und unvollkommenste Hauptklasse des Pflanzenreichs, die Abtheilung der Tange oder Algen für uns von ganz besonderer Bedeutung sein. Dazu kommt noch das hohe Interesse, welches uns diese Hauptklasse, auch an sich betrachtet, gewährt. Trotz ihrer höchst einfachen Zusammensetzung aus gleichartigen oder nur wenig differenzirten Zellen zeigen die Tange dennoch eine außerordentliche Mannichfaltigkeit verschiedener Formen. Einerseits gehören dazu die einfachsten und unvollkommensten aller Gewächse, andrerseits sehr entwickelte und eigenthümliche Gestalten. Ebenso wie in der Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit ihrer äußeren Formbildung unterscheiden sich die verschiedenen Algengruppen auch in der Körpergröße. Auf der tiefsten Stufe finden wir die winzig kleinen Protococcus-Arten, von denen mehrere Hunderttausend auf den Raum eines Stecknadelknopfs gehen. Auf der höchsten Stufe bewundern wir in den riesenmäßigen Makrocysten, welche eine Länge von 300—400 Fuß erreichen, die längsten von allen Gestalten des Pflanzenreichs. Und wenn nicht aus diesen Gründen, so müßten die Algen schon deßhalb unsere besondere Aufmerksamkeit erregen, weil sie die Anfänge des Pflanzenlebens bilden und die Stammformen aller übrigen Pflanzengruppen enthalten, vorausgesetzt daß unsere Hypothese von einem gemeinsamen Ursprung aller Pflanzengruppen richtig ist (Taf. II).

Leider werden die Meisten von Ihnen sich nur eine sehr unvollkommene Vorstellung von dieser höchst interessanten Hauptklasse des Pflanzenreichs machen können, weil Sie davon nur die verhältnißmäßig kleinen und einfachen Vertreter kennen werden, welche das süße Wasser bewohnen. Die schleimigen grünen Wasserfäden und Wasserflocken in unseren Teichen und Brunnentrogen, die hellgrünen Schleimüberzüge auf allerlei Holzwerk, welches längere Zeit mit Wasser in Berührung war, die gelbgrünen schaumigen Schleimdecken auf den

Tümpeln unserer Dörfer, die grünen Haarbüscheln gleichenden Fadenmassen, welche überall im stehenden und fließenden Süßwasser vorkommen, sind größtentheils aus verschiedenen Tangarten zusammengesetzt. Aber nur diejenigen von Ihnen, welche die Meeresküste besucht haben, welche an den Küsten von Helgoland und von Schleswig-Holstein die ungeheuren Massen ausgeworfenen Seetangs bewundert, oder an den Felsenufern des Mittelmeeres die zierlich gestaltete und lebhaft gefärbte Tangvegetation auf dem Meeresboden selbst durch die klare blaue Fluth hindurch erblickt haben, wissen die Bedeutung der Tangklasse annähernd zu würdigen. Und dennoch geben selbst diese formenreichen untermeerischen Algenwälder der europäischen Küsten nur eine schwache Vorstellung von den colossalen Sargassowäldern des atlantischen Oceans, jenen ungeheuren Tangbänken, welche einen Flächenraum von ungefähr 4000 Quadratmeilen bedecken, und welche dem Columbus auf seiner Entdeckungsreise die Nähe des Festlandes vorspiegelten. Aehnliche, aber weit ausgedehntere Tangwälder wuchsen in dem primordialen Urmeere wahrscheinlich in dichten Massen, und wie zahllose Generationen dieser archolithischen Tange über einander hinstarben, bezeugen unter Anderen die mächtigen silurischen Alaunschiefer Schwedens, deren eigenthümliche Zusammensetzung wesentlich von jenen untermeerischen Algenmassen herrührt.

Wir unterscheiden in der Hauptklasse der Tange oder Algen vier verschiedene Klassen, deren jede wiederum in mehrere Ordnungen und Familien zerfällt. Diese ihrerseits enthalten wieder eine große Menge verschiedener Gattungen und Arten. Wir bezeichnen diese vier Klassen als Urtange oder Archephyceen, Grüntange oder Chlorophyceen, Brauntange oder Phaeophyceen, und Rothtange oder Rhodophyceen.

Die erste Klasse der Tange, die Urtange (Archephyceae) könnten auch Urpflanzen (Archephyta) genannt werden, weil dieselben die einfachsten und unvollkommensten von allen Pflanzen enthalten, und insbesondere jene ältesten aller pflanzlichen Organismen, welche allen übrigen Pflanzen den Ursprung gegeben haben. Es gehören hierher also zunächst jene allerältesten vegetabilischen Moneren,

welche im Beginne der antelaurentischen Periode durch Urzeugung entstanden sind. Ferner müssen wir dahin alle jene Pflanzenformen einfachster Organisation rechnen, welche aus jenen sich zunächst in antelaurentischer Zeit entwickelt haben, und welche den Formwerth einer einzigen Plastide besaßen. Zunächst waren dies solche Urpflänzchen, deren ganzer Körper eine einfachste Cytode (eine kernlose Plastide) bildete, und weiterhin solche, die bereits durch Sonderung eines Kernes im Plasma den höheren Formwerth einer einfachen Zelle erreicht hatten (Vergl. oben S. 285). Noch in der Gegenwart leben verschiedene einfachste Tangarten, welche von diesen ursprünglichen Urpflanzenformen sich nur wenig entfernt haben. Dahin gehört eine große Anzahl von höchst einfachen, meist mikroskopisch kleinen Pflänzchen, deren ganzer Körper noch heutzutage in vollkommen ausgebildetem Zustande nur den Formwerth einer einfachen Plastide, entweder einer Cytode oder einer Zelle besitzt; oder bei denen nur eine geringe Anzahl von einfachen und gleichartigen Zellen zur Bildung des Thalluskörpers zusammentritt. Die Tangfamilien der Codiolaceen, Protococcaceen, Desmidiaceen, Palmellaceen und einige andere würden hierher zu rechnen sein. Auch die merkwürdige Gruppe der Phycochromaceen (Chroococcaceen und Oscillarineen) würde man hierher ziehen können, falls man diese nicht lieber als einen selbstständigen Stamm des Protistenreiches ansehen will (Vergl. oben S. 328). Endlich würde man zu den Urtangen auch jene außerordentlich merkwürdigen Schlauchalgen oder Siphoneen rechnen können, deren Körper bei ansehnlicher Größe und sehr entwickelter äußerer Form dennoch aus einer einzigen einfachen Plastide besteht. Manche von diesen Siphoneen erreichen eine Größe von mehreren Fußen und gleichen einem zierlichen Mose (Bryopsis) oder einem Bärlappe oder gar einer vollkommenen Blüthenpflanze mit Stengel, Wurzel und Blättern (Caulerpa). Und dennoch besteht dieser ganze große und vielfach äußerlich differenzirte Körper innerlich aus einem ganz einfachen Schlauche, der nur den Formwerth einer einzigen Cytode besitzt. Diese wunderbaren Siphoneen, Bryopsen und Caulerpen, zeigen uns, wie weit es die einzelne

Plastide als ein einfachstes Individuum erster Ordnung durch fortgesetzte Anpassung an die Verhältnisse der Außenwelt bringen kann. Es ist sehr wahrscheinlich, daß ähnliche Urpflanzen, deren weicher Körper aber nicht der fossilen Erhaltung fähig war, in großer Masse und Mannichfaltigkeit das antelaurentische Urmeer bevölkerten und einen großen Formenreichthum entfalteten, ohne doch die Individualitätsstufe einer einfachen Plastide zu überschreiten.

An die Urpflanzen oder Urtange schließt sich als zweite Klasse der Algen zunächst die Gruppe der Grüntange (Chlorophyceae) oder Grünalgen (Chloralgae) an. Gleich der Mehrzahl der ersteren sind auch sämmtliche Grüntange grün gefärbt, und zwar durch denselben Farbstoff, das Blattgrün oder Chlorophyll, welches auch die Blätter aller höheren Gewächse grün färbt. Zu dieser Klasse gehören außer einer großen Anzahl von niederen Seetangen die allermeisten Tange des süßen Wassers, die gemeinen Wasserfäden oder Conferven, die grünen Schleimkugeln oder Glöosphären, der hellgrüne Wassersalat oder die Ulven, welche einem sehr dünnen und langen Salatblatte gleichen, ferner zahlreiche mikroskopisch kleine Tange, welche in dichter Masse zusammengehäuft einen hellgrünen schleimigen Ueberzug über allerlei im Wasser liegende Gegenstände, Holz, Steine u. s. w. bilden, sich aber durch die zellige Zusammensetzung und Sonderung ihres Körpers bereits weit über die einfachen Urtange erheben. Da die Grüntange, gleich den Urtangen, meistens einen sehr weichen Körper besitzen, waren sie nur sehr selten der Versteinerung fähig. Es kann aber wohl nicht bezweifelt werden, daß auch diese Algenklasse, welche sich zunächst aus der vorhergehenden entwickelt hat, gleich jener in früherer Zeit die süßen und salzigen Gewässer der Erde in sehr viel größerer Ausdehnung und Mannichfaltigkeit bevölkerte.

In der dritten Klasse, derjenigen der Brauntange (Phaeophyceae) oder Schwarztange (Fucoideae) erreicht die Hauptklasse der Algen ihren höchsten Entwickelungsgrad, wenigstens in Bezug auf die körperliche Größe. Die charakteristische Farbe der Fucoideen ist meist ein mehr oder minder dunkles Braun, bald mehr in Oliven-

grün und Gelbgrün, bald mehr in Braunroth und Schwarz übergehend. Hierher gehören die größten aller Tange, welche zugleich die längsten von allen Pflanzen sind, die colossalen Riesentange, unter denen Macrocystis pyrifera an der californischen Küste eine Länge von 400 Fuß erreicht. Aber auch unter unseren einheimischen Tangen gehören die ansehnlichsten Formen zu dieser Gruppe, so namentlich der stattliche Riementang (Laminaria), dessen schleimige olivengrüne Thalluskörper, riesigen Blättern von 10—15 Fuß Länge, ½—1 Fuß Breite gleichend, in großen Massen an der Küste der Nord- und Ostsee ausgeworfen werden. Auch der in unseren Meeren gemeine Blasentang (Fucus vesiculosus), dessen mehrfach gabelförmig gespaltenes Laub durch viele eingeschlossene Luftblasen, (wie bei vielen anderen Brauntangen) auf dem Wasser schwimmend erhalten wird, gehört zu dieser Klasse; ebenso der freischwimmende Sargassotang (Sargassum bacciferum), welcher die schwimmenden Wiesen oder Bänke des Sargassomeeres bildet. Aehnliche Brauntange sind es wahrscheinlich zum größten Theile gewesen, welche während der Primordialzeit die charakteristischen Tangwälder dieses endlosen Zeitraums zusammengesetzt haben. Die versteinerten Reste, welche uns von denselben (vorzüglich aus der silurischen Zeit) erhalten sind, können uns allerdings nur eine schwache Vorstellung davon geben, weil auch diese Tange, gleich den meisten anderen, sich nur schlecht zur Erhaltung im fossilen Zustande eignen.

Weniger bedeutend war damals vielleicht die vierte und letzte Klasse der Tange, diejenige der Rosentange (Rhodophyceae) oder Rothtange (Florideae). Zwar entfaltet auch diese Klasse einen großen Reichthum verschiedener Formen. Allein die meisten derselben sind von viel geringerer Größe als die Brauntange. Uebrigens stehen sie den letzteren an Vollkommenheit und Differenzirung der äußeren Form keineswegs nach, übertreffen dieselben vielmehr in mancher Beziehung. Hierher gehören die schönsten und zierlichsten aller Tange, welche sowohl durch die feine Fiederung und Zertheilung ihres Laubkörpers, wie durch reine und zarte rothe Färbung zu den

reizendsten Pflanzen gehören. Die charakteristische rothe Farbe ist bald ein tiefes Purpur-, bald ein brennendes Scharlach-, bald ein zartes Rosenroth, und geht einerseits in violette und purpurblaue, andrerseits in braune und grüne Tinten in bewunderungswürdiger Pracht über. Wer von Ihnen eines unserer nordischen Seebäder besucht hat, wird gewiß schon mit Staunen die reizenden Formen dieser Florideen betrachtet haben, welche auf weißem Papier, zierlich angetrocknet, vielfach zum Verkaufe geboten werden. Die meisten Rothtange sind leider so zart, daß sie gar nicht der Versteinerung fähig sind, so die prachtvollen Ptiloten, Plokamien, Delesserien u. s. w. Doch giebt es einzelne Formen, wie die Chondrien und Sphärokokken, welche einen härteren, oft fast knorpelharten Thallus besitzen, und von diesen sind uns auch manche versteinerte Reste, namentlich aus den silurischen, devonischen und Kohlenschichten, später besonders aus dem Jura erhalten worden. Wahrscheinlich nahm auch diese Klasse an der Zusammensetzung der archolithischen Tangflora wesentlichen Antheil.

Wenn Sie nun nochmals einen Rückblick auf die Flora der Primordialzeit werfen, welche ausschließlich von der Hauptklasse der Tange gebildet wurde, so finden Sie, daß die vier untergeordneten Klassen derselben wahrscheinlich in ähnlicher Weise an der Zusammensetzung jener submarinen Wälder des Urmeeres sich betheiligt haben, wie in der Gegenwart die vier physiognomischen Vegetationstypen der stämmigen Bäume, der blumigen Kräuter, des buschigen Grases und der zartlaubigen Farne und Mose an der Zusammensetzung unserer Landwälder Theil nehmen. Man könnte in dieser Beziehung sagen, daß die unterseeischen Waldbäume der Primordialzeit durch die mächtigen Brauntange oder Fucoideen gebildet wurden. Die farbigen Blumen zu den Füßen dieser Baumriesen wurden durch die bunten Rothtange oder Florideen vertreten. Das grüne Gras dazwischen bildeten die haarbüscheligen Grüntange oder Chloralgen. Das zarte Laub der Farne und Mose endlich, welches den Boden unserer Wälder bedeckt, die Lücken ausfüllt, welche die anderen Pflanzen übrig lassen, und selbst auf den Stämmen der Bäume sich ansiedelt, wird damals ähn-

liche Vertreter in den mosähnlichen und farnähnlichen Siphoneen, in den Caulerpen und Bryopsen aus der Klasse der Urtange oder Archephyten gehabt haben.

Was die Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen Tangklassen zu einander und zu den übrigen Pflanzen betrifft, so bilden höchst wahrscheinlich, wie schon bemerkt, die Urtange oder Archephyten die gemeinsame Wurzel des Stammbaums, nicht allein für die verschiedenen Tangklassen, sondern für das ganze Pflanzenreich. Aus den nackten vegetabilischen Moneren, welche sich im Beginn der antelaurentischen Periode entwickelten, werden zunächst Hüllcytoden entstanden sein (S. 286), indem der nackte, strukturlose Eiweißleib der Moneren sich an der Oberfläche krustenartig verdichtete oder eine Hülle ausschwitzte. Späterhin werden dann aus diesen Hüllcytoden echte Pflanzenzellen geworden sein, indem im Inneren sich ein Kern oder Nucleus von dem umgebenden Zellstoff oder Plasma sonderte. Die drei Klassen der Grüntange, Brauntange und Rothtange sind wahrscheinlich drei gesonderte Stämme, welche unabhängig von einander aus der gemeinsamen Wurzelgruppe der Urtange entstanden sind und sich dann (ein jeder in seiner Art) weiter entwickelt und vielfach in Ordnungen und Familien verzweigt haben. Die Brauntange und Rothtange haben keine weitere Blutsverwandtschaft zu den übrigen Klassen des Pflanzenreichs. Diese letzteren sind vielmehr aus den Urtangen entstanden, und zwar entweder direkt oder durch Vermittlung der Grüntange. Wahrscheinlich sind einerseits die Mose und Farne, andrerseits die Flechten und Pilze unabhängig von einander aus den Urtangen entstanden, die ersteren vielleicht durch Vermittlung der Grüntange. Die Blumenpflanzen oder Phanerogamen haben sich jedenfalls erst später aus den Farnen entwickelt.

Als zweite Hauptklasse des Pflanzenreichs haben wir oben die Faserpflanzen (Inophyta) angeführt. Wir verstanden darunter die beiden nahverwandten Klassen der Flechten und Pilze. Es ist möglich, daß diese Thalluspflanzen nicht aus den Urtangen entstanden sind, sondern aus einer oder mehreren Moneren, die unabhängig

von letzteren durch Urzeugung entstanden. Auch ist noch der andere Fall denkbar, daß die verschiedenen Ordnungen sowohl der Flechtenklasse als der Pilzklasse, und namentlich die niedersten Formen beider Klassen, einer größeren Anzahl von verschiedenen archigonen (d. h. durch Urzeugung entstandenen) Moneren ihren Ursprung verdanken. Jedenfalls sind beide Klassen nicht als Stammeltern der höheren Pflanzenklassen zu betrachten. Sowohl die Flechten als die Pilze unterscheiden sich von diesen durch die Zusammensetzung ihres weichen Körpers aus einem dichten Geflecht von sehr langen, vielfach verschlungenen eigenthümlichen Fadenzellen oder Fasern, weshalb wir sie eben in der Hauptklasse der Faserpflanzen zusammenfassen. Irgend bedeutende fossile Reste konnten dieselben wegen ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit nicht hinterlassen, und so müssen wir denn die paläontologische Bedeutung und Entwickelung derselben mehr errathen, als daß wir sie mit Sicherheit aus Petrefacten erkennen könnten.

Die Klasse der Flechten (Lichenes) hat wahrscheinlich zu allen Zeiten dieselbe äußerlich untergeordnete Rolle gespielt, wie in der Gegenwart. Die meisten Flechten bilden mehr oder weniger unansehnliche, formlose oder unregelmäßig zerrissene, krustenartige Ueberzüge auf Steinen, Baumrinden u. s. w. Die Farbe derselben wechselt in allen möglichen Abstufungen vom reinsten Weiß, durch Gelb, Roth, Grün, Braun, bis zum dunkelsten Schwarz. Wichtig sind indessen viele Flechten in der Oekonomie der Natur dadurch, daß sie sich auf den trockensten und unfruchtbarsten Orten, insbesondere auf dem nackten Gestein ansiedeln können, auf welchem keine andere Pflanze leben kann. Die harte schwarze Lava, welche in vulkanischen Gegenden viele Quadratmeilen Bodens bedeckt, und welche oft Jahrhunderte lang jeder Pflanzenansiedelung den hartnäckigsten Widerstand leistet, wird zuerst immer von Flechten bewältigt. Weiße oder graue Steinflechten (Stereocaulon) sind es, welche auf den ödesten und todtesten Lavafeldern immer mit der Urbarmachung des nackten Felsenbodens beginnen und denselben für die nachfolgende höhere Vegetation erobern. Ihre absterbenden Leiber bilden die erste

Dammerde, in welcher nachher Mose, Farne und Blüthenpflanzen festen Fuß fassen können. Auch gegen klimatische Unbilden sind die zähen Flechten unempfindlicher als alle anderen Pflanzen. Daher überziehen ihre trockenen Krusten die nackten Felsen noch in den höchsten, größtentheils mit ewigem Schnee bedeckten Gebirgshöhen, in denen keine andere Pflanze mehr ausdauern kann. Dürfen wir aus diesen Lebenseigenthümlichkeiten der Flechten auf ihre geschichtliche Entwickelung und Bedeutung schließen, so ist es sehr wahrscheinlich, daß Flechten die ersten landbewohnenden Pflanzen waren. Aller Wahrscheinlichkeit nach entstanden die ersten Flechten im Beginn des primären Zeitalters, im Anfang der antedevonischen Zeit, dadurch, daß einzelne Urtange oder Archephyten von ihrer ursprünglichen Geburtsstätte, dem primoridalen Urmeere, auf das eben geborene antedevonische Festland, auf die ersten Erhebungen der festen Erdrinde über den Spiegel des silurischen Meeres übersiedelten. Indem so die Flechten die nackte Oberfläche der ersten Festlandsfelsen für die nachfolgenden Mose und Farne eroberten, gewannen sie eine paläontologische Bedeutung, auf welche wir aus den dürftigen versteinerten Bruchstücken derselben, und aus ihrem unansehnlichen Aeußeren keineswegs schließen könnten.

Die zweite Klasse der Faserpflanzen, die Pilze (Fungi) werden irrthümlich oft Schwämme genannt und daher mit den echten thierischen Schwämmen oder Spongien verwechselt. Sie zeigen einerseits so viele Verwandtschaftsbeziehungen zu den Flechten und sind durch so viele Uebergangsformen (namentlich die Kernschwämme oder Pyrenomyceten) mit denselben verbunden, daß man beide Klassen kaum trennen kann, und es für das Natürlichste halten dürfte, eine Abstammung der Pilze von den Flechten anzunehmen. Andrerseits aber haben die meisten Pilze so viel Eigenthümliches und weichen namentlich durch ihre eigenthümliche Ernährungsweise so sehr von allen übrigen Pflanzen ab, daß man sie als eine ganz besondere Hauptgruppe des Pflanzenreichs betrachten könnte. Die übrigen Pflanzen leben größtentheils von anorganischer Nahrung, d. h. von einfachen und festen Kohlenstoff-

verbindungen, welche sie zu verwickelteren zusammensetzen. Sie athmen Kohlensäure ein und Sauerstoff aus. Die Pilze dagegen leben größtentheils, gleich den Thieren, von organischer Nahrung, d. h. von verwickelten und lockeren Kohlenstoffverbindungen, welche sie zersetzen. Sie athmen Sauerstoff ein und Kohlensäure aus, wie die Thiere. Auch bilden sie niemals das Blattgrün oder Chlorophyll, welches für die meisten übrigen Pflanzen so charakteristisch ist. Daher haben schon wiederholt hervorragende Botaniker den Vorschlag gemacht, die Pilze ganz aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und als ein besonderes drittes Reich zwischen Thier- und Pflanzenreich zu setzen. Dadurch würde unser Protistenreich einen sehr bedeutenden Zuwachs erhalten, und ich habe kürzlich in einer neuen Begrenzung des Protistenreichs die Pilze in der That als eine besondere Protistenklasse neben die Phycochromaceen und die Schleimpilze (Myxomyceten) gestellt[15]. Da jedoch die meisten von Ihnen wohl mehr geneigt sein werden, der herkömmlichen Anschauung gemäß die Pilze als echte Pflanzen zu betrachten, lasse ich sie hier im Pflanzenreiche stehen, und verbinde sie mit den Flechten, denen sie im anatomischen inneren Bau am nächsten verwandt sind. Ob dieselben aber aus den Flechten oder aus den Urtangen entstanden sind, oder ob sie, was mir das Wahrscheinlichste ist, mehreren selbstständigen archigonen Moneren ihren Ursprung verdanken, das will ich hier ganz dahingestellt sein lassen.

Indem wir nun die Pilze, Flechten und Tange, welche gewöhnlich als Thalluspflanzen zusammengefaßt werden, verlassen, betreten wir das Gebiet der zweiten großen Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, der Prothalluspflanzen (Prothallophyta), welche von anderen als phyllogonische Kryptogamen bezeichnet werden (im Gegensatz zu den Thalluspflanzen oder thallogonischen Kryptogamen). Dieses Gebiet umfaßt die beiden Hauptklassen der Mose und Farne. Hier begegnen wir bereits allgemein (wenige der untersten Stufen ausgenommen) der Sonderung des Pflanzenkörpers in zwei verschiedene Grundorgane: Stengel oder Axenorgane, und Blätter oder Seitenorgane. Hierin gleichen die Prothalluspflanzen bereits den Blumen-

pflanzen, und daher faßt man sie neuerdings auch häufig mit diesen als Stockpflanzen oder Cormophyten zusammen. Andrerseits aber gleichen die Mose und Farne den Thalluspflanzen durch den Mangel einer echten Blüthe oder Blume, und daher stellte sie schon Linné mit diesen als Kryptogamen zusammen, im Gegensatz zu den Blumenpflanzen oder Phanerogamen.

Unter dem Namen „Prothalluspflanzen" vereinigen wir die nächstverwandten Mose und Farne deshalb, weil bei Beiden sich ein sehr eigenthümlicher und charakteristischer Generationswechsel in der individuellen Entwickelung findet. Jede Art nämlich tritt in zwei verschiedenen Generationen auf, von denen man die eine gewöhnlich als Vorkeim oder Prothallium bezeichnet, die andere dagegen als den eigentlichen Stock oder Cormus des Moses oder des Farns betrachtet. Die erste und ursprüngliche Generation, der Vorkeim oder Prothallus, auch das Prothallium genannt, steht noch auf jener niederen Stufe der Formbildung, welche alle Thalluspflanzen zeitlebens zeigen, d. h. es sind Stengel und Blattorgane noch nicht gesondert, und der ganze zellige Körper des Vorkeims stellt einen einfachen Thallus dar. Die zweite und vollkommenere Generation der Mose und Farne dagegen, der Stock oder Cormus, bildet einen viel höher organisirten Körper, welcher wie bei den Blumenpflanzen in Stengel und Blatt gesondert ist, ausgenommen bei den niedersten Mosen, bei welchen auch diese Generation noch auf der niederen Stufe der ursprünglichen Thallusbildung stehen bleibt. Mit Ausnahme dieser letzteren erzeugt allgemein bei den Mosen und Farnen die erste Generation, der thallusförmige Vorkeim, eine stockförmige zweite Generation mit Stengel und Blättern; diese erzeugt wiederum den Thallus der ersten Generation u. s. w. Es ist also, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Generationswechsel der Thiere, die erste Generation der dritten, fünften u. s. w., die zweite dagegen der vierten, sechsten u. s. w. gleich. (Vergl. oben S. 161).

Von den beiden Hauptklassen der Prothalluspflanzen stehen die Mose im Allgemeinen auf einer viel tieferen Stufe der Ausbildung, als

die Farne und vermitteln namentlich in anatomischer Beziehung den Uebergang von den Thalluspflanzen und speciell von den Tangen zu den Farnen. Ob jedoch dadurch ein genealogischer Zusammenhang der Mose und Farne angedeutet wird, ist noch zweifelhaft. Jedenfalls sind die Mose direkt aus Thalluspflanzen und zwar wahrscheinlich entweder aus Grüntangen oder aus Urtangen entstanden. Die Farne stammen entweder in gleicher Weise, als ein von den Mosen unabhängiger Stamm, von den Thalluspflanzen ab, oder sie haben sich aus unbekannten ausgestorbenen Mosformen entwickelt. Für die Schöpfungsgeschichte sind die Farne von weit höherer Bedeutung als die Mose.

Die Hauptklasse der Mose (Muscinae, auch Musci oder Bryophyta genannt) enthält die niederen und unvollkommneren Pflanzen der Prothallophytengruppe, welche sich zunächst an die Thalluspflanzen anschließen. Meistens ist ihr Körper so zart und vergänglich, daß er sich nur sehr schlecht zur kenntlichen Erhaltung in versteinertem Zustande eignet. Daher sind die fossilen Reste von allen Mosklassen selten und unbedeutend. Die meisten deutlich erhaltenen stammen aus den tertiären Gesteinen. Jedoch haben zweifelsohne die Mose schon in viel früherer Zeit sich aus den Thalluspflanzen, vermuthlich aus den Urtangen oder Grüntangen entwickelt. Wasserbewohnende Uebergangsformen von letzteren zu den Mosen gab es wahrscheinlich schon in der Primordialzeit und landbewohnende in der Primärzeit. Die Mose der Gegenwart, aus deren stufenweis verschiedener Ausbildung die vergleichende Anatomie Einiges auf ihre Genealogie schließen kann, zerfallen in vier verschiedene Klassen, nämlich 1. die Tangmose; 2. die Lebermose; 3. die Laubmose und 4. die Torfmose.

Auf der tiefsten Stufe der mosartigen Pflanzen steht die erste Klasse, die Tangmose (Characeae oder Charobrya). Hierher gehören die tangartigen Armleuchterpflanzen (Chara) und Glanzmose (Nitella), welche mit ihren grünen fadenförmigen, quirlartig von gabelspaltigen Aesten umstellten Stengeln in unseren Teichen und Tümpeln oft dichte Bänke bilden. Einerseits nähern sich die Characeen im

anatomischen Bau, besonders der Fortpflanzungsorgane, den Mosen und werden diesen neuerdings unmittelbar angereiht. Andrerseits stehen sie durch viele Eigenschaften tief unter den übrigen Mosen und schließen sich vielmehr den Grüntangen oder Chlorophyceen an. Man könnte sie daher wohl als übrig gebliebene und eigenthümlich ausgebildete Abkömmlinge von jenen Grüntangen betrachten, aus denen sich die übrigen Mose entwickelt haben. Durch manche Eigenthümlichkeiten sind übrigens die Tangmose so sehr von allen übrigen Pflanzen verschieden, daß viele Botaniker sie als eine besondere Hauptabtheilung des Pflanzenreichs betrachten. Man könnte sogar daran denken, daß sie einen ganz besonderen Stamm bilden, welcher sich selbstständig aus einer eigenen archigonen Monerenform entwickelt hat. Die Versteinerungskunde kann uns darüber nicht belehren.

Die zweite Klasse der Mose bilden die Lebermose (Hepaticae oder Thallobrya). Die hierher gehörigen Mose sind meistens wenig bekannte, kleine und unansehnliche Formen. Die niedersten Formen derselben besitzen noch in beiden Generationen einen einfachen Thallus, wie die Thalluspflanzen, so z. B. die Riccien und Marchantien. Die höheren Lebermose dagegen, die Jungermannien und Verwandte, beginnen allmählich Stengel und Blatt zu sondern, und die höchsten schließen sich unmittelbar an die Laubmose an. Die Lebermose zeigen durch diese Uebergangsbildung ihre direkte Abstammung von den Thallophyten, und zwar wahrscheinlich von den Grüntangen.

Diejenigen Mose, welche der Laie gewöhnlich allein kennt, und welche auch in der That den hauptsächlichsten Bestandtheil der ganzen Hauptklasse bilden, gehören zu der dritten Klasse, den Laubmosen (Musci frondosi, Musci im engeren Sinne oder Phyllobrya genannt). Hierher gehören die meisten jener zierlichen Pflänzchen, die zu dichten Gruppen vereinigt, den seidenglänzenden Mosteppich unserer Wälder bilden, oder auch in Gemeinschaft mit Lebermosen und Flechten die Rinde der Bäume überziehen. Als die Wasserbehälter, welche die Feuchtigkeit sorgfältig aufbewahren, sind sie für die Oekonomie der Natur von der größten Wichtigkeit. Wo der Mensch schonungs-

los die Wälder abgeholzt und ausgerodet hat, da verschwinden mit den Bäumen auch die Laubmose, welche ihre Rinde bedeckten oder im Schutze ihres Schattens den Boden bekleideten und die Lücken zwischen den größeren Gewächsen ausfüllten. Mit den Laubmosen verschwinden aber auch die nützlichen Wasserbehälter, welche Regen und Thau sammelten und für die Zeiten der Trockniß aufbewahrten. Es entsteht dadurch eine trostlose Dürre des Bodens, welche das Aufkommen jeder ergiebigen Vegetation vereitelt. In dem größten Theile Südeuropas, in Griechenland, Italien, Sicilien, Spanien sind durch die rücksichtslose Ausrodung der Wälder die Mose vernichtet und dadurch der Boden seiner nützlichsten Feuchtigkeitsvorräthe beraubt worden; die vormals blühendsten und üppigsten Landstriche sind in dürre, öde Wüsten verwandelt. Leider nimmt auch in Deutschland neuerdings diese rohe Barbarei immer mehr überhand. Wahrscheinlich haben die kleinen Laubmose jene außerordentlich wichtige Rolle schon seit sehr langer Zeit, vielleicht seit Beginn der Primärzeit gespielt. Da aber ihre zarten Leiber ebenso wenig wie die der übrigen Mose für die deutliche Erhaltung im fossilen Zustande geeignet sind, so kann uns auch hierüber die Paläontologie keine Auskunft geben.

Als einen besonderen Zweig der Laubmosklasse haben wir endlich die vierte und letzte Mosklasse zu betrachten, die Torfmose (Sphagnaceae oder Sphagnobrya). Wahrscheinlich haben sich dieselben aus einer Abtheilung der Laubmose, vielleicht aber auch direkt aus den Lebermosen entwickelt. Auch von dieser Klasse verräth uns die Versteinerungskunde nicht den Zeitpunkt ihrer Entstehung. Auch diese Mose sind trotz ihres unscheinbaren Aeußeren doch durch ihr massenhaftes Wachsthum für den Naturhaushalt von größter Wichtigkeit. Indem ihre abgestorbenen Leiber auf dem Sumpf- und Moorboden, in dem sie wachsen, sich in vielen Generationen über einander häufen, bilden sie den Torf, der für die Bodenbildung vieler Gegenden von höchster Bedeutung ist.

Weit mehr als von den Mosen wissen wir durch die Versteinerungskunde von der außerordentlichen Bedeutung, welche die zweite

Hauptklasse der Prothalluspflanzen, die der Farne, für die Geschichte der Pflanzenwelt gehabt hat. Die Farne, oder genauer ausgedrückt, die „farnartigen Pflanzen" (Filicinae oder Pteridoidae, auch Pteridophyta genannt) bildeten während eines außerordentlich langen Zeitraums, nämlich während des ganzen primären oder paläolithischen Zeitalters, die Hauptmasse der Pflanzenwelt, so daß wir dasselbe gradezu als das Zeitalter der Farnwälder bezeichnen konnten. Von Anbeginn der antedevonischen Zeit, in welcher zum ersten Male die landbewohnenden Organismen auftraten, während der Ablagerung der devonischen, carbonischen und permischen Schichten, sowie während der langen Zwischenräume zwischen den Bildungszeiten dieser Schichtensysteme, überwogen die farnartigen Pflanzen so sehr alle übrigen, daß jene Benennung dieses Zeitalters in der That gerechtfertigt ist. In den devonischen, carbonischen und permischen Schichtensystemen, vor allen aber in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenflötzen der carbonischen oder Steinkohlenzeit, finden wir so zahlreiche und zum Theil wohl erhaltene Reste von Farnen, daß wir uns daraus ein ziemlich lebendiges Bild von der ganz eigenthümlichen Landflora des paläolithischen Zeitalters machen können. Im Jahre 1855 betrug die Gesammtzahl der damals bekannten paläolithischen Pflanzenarten ungefähr Eintausend, und unter diesen befanden sich nicht weniger als 872 farnartige Pflanzen. Unter den übrigen 128 Arten befanden sich 77 Gymnospermen (Nadelhölzer und Palmfarne), 40 Thalluspflanzen (größtentheils Tange) und gegen 20 nicht sicher bestimmbare Cormophyten.

Wie schon vorher bemerkt, haben sich die Farne entweder aus niederen unbekannten Mosen oder unabhängig von diesen, direkt aus Thalluspflanzen, und zwar aus Grüntangen entwickelt. Wahrscheinlich fällt dieser Entwickelungsprozeß, wie der der Mose, in den Beginn der Primärzeit, in die antedevonische Zeit. In ihrer Organisation erheben sich die Farne bereits bedeutend über die Mose und schließen sich in ihren höheren Formen schon an die Blumenpflanzen an. Während bei den Mosen noch ebenso wie bei den Thalluspflanzen der ganze Körper aus ziemlich

gleichartigen, wenig oder nicht differenzirten Zellen zusammengesetzt ist, entwickeln sich im Gewebe der Farne bereits jene eigenthümlich differenzirten Zellenstränge, welche man als Pflanzengefäße und Gefäßbündel bezeichnet, und welche auch bei den Blumenpflanzen allgemein vorkommen. Daher vereinigt man wohl auch die Farne als „Gefäßkryptogamen" mit den Phanerogamen, und stellt diese „Gefäßpflanzen" den „Zellenpflanzen" gegenüber, d. h. den „Zellenkryptogamen" (Mosen und Thalluspflanzen). Dieser hochwichtige Fortschritt in der Pflanzenorganisation, die Bildung der Gefäße und Gefäßbündel, fand demnach erst in der antedevonischen Zeit statt, also im Beginn der zweiten und kleineren Hälfte der organischen Erdgeschichte.

Die Hauptklasse der Farne oder Filicinen wird allgemein in vier verschiedene Klassen eingetheilt, nämlich 1. die Schaftfarne oder Calamophyten, 2. die Laubfarne oder Geopteriden, 3. die Wasserfarne oder Hydropteriden, und 4. die Schuppenfarne oder Lepidophyten. Die bei weitem wichtigste und formenreichste von diesen vier Klassen, welche den Hauptbestandtheil der paläolithischen Wälder bildete, waren die Laubfarne, und demnächst die Schuppenfarne. Dagegen traten die Schaftfarne schon damals mehr zurück und von den Wasserfarnen wissen wir nicht einmal mit Bestimmtheit, ob sie damals schon lebten. Es muß uns schwer fallen, uns eine Vorstellung von dem ganz eigenthümlichen Charakter jener düsteren paläolithischen Farnwälder zu bilden, in denen der ganze bunte Blumenreichthum unserer gegenwärtigen Flora noch völlig fehlte, und welche noch von keinem Vogel belebt wurden Von Blumenpflanzen existirten damals nur die beiden niedersten Klassen, die nacktsamigen Nadelhölzer und Palmfarne, deren einfache und unscheinbare Blüthen kaum den Namen der Blumen verdienen.

Wahrscheinlich sind alle vier Farnklassen als vier getrennte Aeste des Stammbaums zu betrachten, die aus einem gemeinsamen Hauptaste in der Antedevonzeit ihren Ursprung nahmen. Jedoch sind einerseits die niederen Schaftfarne näher mit den Laubfarnen, andrer-

seits die höheren Schuppenfarne näher mit den Wasserfarnen verwandt, so daß man auch zwei gabelspaltige Aeste oder einen doppelt gabelspaltigen Hauptast als die Stammbasis der ganzen Farnhauptklasse ansehen kann.

Auf der niedersten Organisationsstufe bleibt unter den Farnen die erste Klasse stehen, die Schaftfarne (Calamariae oder Calamophyta). Sie umfaßt drei verschiedene Ordnungen, von denen nur eine noch gegenwärtig lebt, nämlich die Schafthalme (Equisetaceae). Die beiden anderen Ordnungen, die Riesenhalme (Calamiteae) und die Sternblatthalme (Asterophylliteae) sind längst ausgestorben. Alle Schaftfarne zeichnen sich durch einen hohlen und gegliederten Schaft, Stengel oder Stamm aus, an welchem Aeste und Blätter, wenn sie vorhanden sind, quirlförmig um die Stengelglieder herumstehen. Die hohlen Stengelglieder sind durch Querscheidewände von einander getrennt. Bei den Schafthalmen und Calamiten ist die Oberfläche von längsverlaufenden parallelen Rippen durchzogen, wie bei einer cannulirten Säule, und die Oberhaut enthält so viel Kieselerde, daß sie zum Scheuern und Poliren verwendet werden kann. Bei den Sternblatthalmen oder Asterophylliten waren die sternförmig in Quirle gestellten Blätter stärker entwickelt als bei den beiden anderen Ordnungen. In der Gegenwart leben von den Schaftfarnen nur noch die unansehnlichen Schafthalme oder Equisetum-Arten unserer Sümpfe und Moore, welche während der ganzen Primär- und Secundärzeit durch mächtige Bäume aus der Gattung Equisetites vertreten waren. Zur selben Zeit lebte auch die nächstverwandte Ordnung der Riesenhalme (Calamites), deren starke Stämme gegen 50 Fuß Höhe erreichten. Die Ordnung der Sternblatthalme (Asterophyllites) dagegen enthielt kleinere, zierliche Pflanzen von sehr eigenthümlicher Form, und blieb ausschließlich auf die Primärzeit beschränkt.

Die Hauptmasse der Farngruppe bildete zu allen Zeiten die Klasse der eigentlichen Farne im engeren Sinne, der Laubfarne oder Wedelfarne (Filices), auch Landfarne oder Geopteriden genannt, im Ge-

gensatz zu den Wasserfarnen oder Hydropteriden. In der gegenwärtigen Flora unserer gemäßigten Zonen spielt diese Klasse nur eine untergeordnete Rolle, da sie hier meistens nur durch die niedrigen stammlosen Farnkräuter vertreten ist. In der heißen Zone dagegen, namentlich in den feuchten, dampfenden Wäldern der Tropengegenden erhebt sie sich noch heutigentags zur Bildung der hochstämmigen, palmenähnlichen Farnbäume. Diese schönen Baumfarne der Gegenwart, welche zu den Hauptzierden unserer Gewächshäuser gehören, können uns aber nur eine schwache Vorstellung von den stattlichen und prachtvollen Laubfarnen der Primärzeit geben, deren mächtige Stämme damals dichtgedrängt ganze Wälder zusammensetzten. Man findet diese Stämme namentlich in den Steinkohlenflötzen der Carbonzeit massenhaft über einander gehäuft, und dazwischen vortrefflich erhaltene Abdrücke von den zierlichen Wedeln oder Blättern, welche in schirmartig ausgebreitetem Busche den Gipfel des Stammes krönten. Die einfache oder mehrfache Zusammensetzung und Fiederung dieser Wedel, der zierliche Verlauf der verästelten Nerven oder Gefäßbündel in ihrem zarten Laube ist an den Abdrücken der paläolithischen Farnwedel noch so deutlich zu erkennen, wie an den Farnwedeln der Jetztzeit. Bei Vielen sind selbst die Fruchthäufchen, welche auf der Unterfläche der Wedel vertheilt sind, ganz deutlich erhalten. Nach der Steinkohlenzeit nahm das Uebergewicht der Laubfarne bereits ab und schon gegen Ende der Secundärzeit spielten sie eine fast so untergeordnete Rolle wie in der Gegenwart.

Am wenigsten bekannt von allen Farnen ist uns die Geschichte der dritten Klasse, der Wurzelfarne oder Wasserfarne (Rhizocarpeae oder Hydropterides). In ihrem Bau schließen sich diese, im süßen Wasser lebenden Farne einerseits an die Laubfarne, andrerseits an die Schuppenfarne an, sind jedoch den letzteren und dadurch auch den Blumenpflanzen näher verwandt, als die ersteren. Es gehören hierher die wenig bekannten Mosfarne (Salvinia), Kleefarne (Marsilea) und Pillenfarne (Pilularia) in den süßen Gewässern unserer Heimath, ferner die größere schwimmende Azolla der Tropenteiche. Die mei-

sten Wasserfarne sind von zarter Beschaffenheit und deshalb wenig zur Versteinerung geeignet. Daher mag es wohl rühren, daß ihre fossilen Reste so selten sind, und daß die ältesten derselben, die wir kennen, im Jura gefunden wurden. Wahrscheinlich ist aber die Klasse viel älter und hat sich bereits während der paläolithischen Zeit aus anderen Farnen durch Anpassung an das Wasserleben entwickelt.

Die vierte und letzte Farnklasse bilden die Schuppenfarne (Lepidophyta oder Selagines). Sie entwickeln sich höher als alle übrigen Farne und bilden bereits den Uebergang zu den Blumenpflanzen, die sich aus ihnen zunächst hervorgebildet haben. Nächst den Wedelfarnen waren sie am meisten an der Zusammensetzung der paläolithischen Farnwälder betheiligt. Auch diese Klasse enthält, gleichwie die Klasse der Schaftfarne, drei nahe verwandte, aber doch mehrfach verschiedene Ordnungen, von denen nur noch eine am Leben, die beiden anderen aber bereits gegen Ende der Steinkohlenzeit ausgestorben sind. Die heute noch lebenden Schuppenfarne gehören zur Ordnung der Bärlappe (Lycopodiaceae). Es sind meistens kleine und zierliche, mosähnliche Pflänzchen, deren zarter, in vielen Windungen schlangenartig auf dem Boden kriechender und vielverästelter Stengel dicht von schuppenähnlichen und sich deckenden Blättchen eingehüllt ist. Die zierlichen Lycopodium-Ranken unserer Wälder, welche die Gebirgsreisenden um ihre Hüte winden, werden Ihnen Allen bekannt sein, ebenso die noch zartere Selaginella, welche als sogenanntes „Rankenmos" den Boden unserer Gewächshäuser als dichter Teppich ziert. Die größten Bärlappe der Gegenwart leben auf den Sundainseln und erheben sich dort zu Stämmen von einem halben Fuß Dicke und 25 Fuß Höhe. Aber in der Primärzeit und Secundärzeit waren noch größere Bäume dieser Art weit verbreitet, von denen die ältesten wahrscheinlich zu den Stammeltern der Nadelhölzer gehören (Lycopodites). Die mächtigste Entwickelung erreichte jedoch die Klasse der Schuppenfarne während der Primärzeit nicht in den Bärlappbäumen, sondern in den beiden Ordnungen der Schuppenbäume (Lepidodendreae) und der Siegelbäume

(Sigillarieae). Diese beiden Ordnungen treten schon in der Devonzeit mit einzelnen Arten auf, erreichen jedoch ihre massenhafte und erstaunliche Ausbildung erst in der Steinkohlenzeit, und sterben bereits gegen Ende derselben oder in der darauf folgenden Antepermzeit wieder aus. Die Schuppenbäume oder Lepidodendren waren wahrscheinlich den Bärlappen noch näher verwandt, als die Siegelbäume. Sie erhoben sich zu prachtvollen, unverästelten und gerade aufsteigenden Stämmen, die sich am Gipfel nach Art eines Kronleuchters gabelspaltig in zahlreiche Aeste theilten. Diese trugen eine mächtige Krone von Schuppenblättern und waren gleich dem Stamm in zierlichen Spirallinien von den Narben oder Ansatzstellen der abgefallenen Blätter bedeckt. Man kennt Schuppenbäume von 40—60 Fuß Länge und 12—15 Fuß Durchmesser am Wurzelende. Einzelne Stämme sollen selbst mehr als hundert Fuß lang sein. Noch viel massenhafter finden sich in der Steinkohle die nicht minder hohen, aber schlankeren Stämme der merkwürdigen Siegelbäume oder Sigillarien angehäuft, die an manchen Orten hauptsächlich die Steinkohlenflötze zusammensetzen. Ihre Wurzelstöcke hat man früher als eine ganz besondere Pflanzenform (Stigmaria) beschrieben. Die Siegelbäume sind in vieler Beziehung den Schuppenbäumen sehr ähnlich, weichen jedoch durch ihren anatomischen Bau schon mehrfach von diesen und von den Farnen überhaupt ab, und scheinen einen Uebergang zu den Gymnospermen, insbesondere zu den Palmfarnen oder Cycadeen zu bilden.

Indem wir nun die dichten Farnwälder der Primärzeit verlassen, welche vorzugsweise aus den Laubfarnen, aus den Schuppenbäumen und Siegelbäumen zusammengesetzt sind, treten wir in die nicht minder charakteristischen Nadelwälder der Secundärzeit hinüber. Damit treten wir aber zugleich aus dem Bereiche der blumenlosen Pflanzen oder Kryptogamen in die zweite Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, in das Unterreich der **Blumenpflanzen oder Phanerogamen** hinein. Diese formenreiche Abtheilung, welche die Hauptmasse der jetzt lebenden Pflanzenwelt, und namentlich die große Mehrzahl der landbewohnenden Pflanzen enthält, ist jedenfalls viel jüngeren

Alters, als die Abtheilung der Kryptogamen. Denn sie kann erst im Laufe des paläolithischen Zeitalters aus dieser letzteren sich entwickelt haben. Mit voller Gewißheit können wir behaupten, daß während des ganzen archolithischen Zeitalters, also während der ersten und längeren Hälfte der organischen Erdgeschichte, noch gar keine Blumenpflanzen existirten, und daß sie sich erst während der Primärzeit aus farnartigen Kryptogamen entwickelt haben. Die anatomische und embryologische Verwandtschaft der Phanerogamen mit diesen letzteren ist so innig, daß wir daraus mit Sicherheit auch auf ihren genealogischen Zusammenhang, ihre wirkliche Blutsverwandtschaft schließen können. Die Blumenpflanzen können unmittelbar weder aus Thalluspflanzen noch aus Mosen, sondern nur aus Farnen oder Filicinen entstanden sein. Höchst wahrscheinlich sind die Schuppenfarne oder Lepidophyten, und zwar Bärlapppflanzen oder Lycopodiaceen, welche der heutigen Selaginella sehr nahe verwandt waren, die unmittelbaren Vorfahren der Phanerogamen.

Schon seit langer Zeit hat man auf Grund des inneren anatomischen Baues und der embryologischen Entwickelung das Unterreich der Phanerogamen in zwei große Hauptklassen eingetheilt, in die Nacktsamigen oder Gymnospermen und in die Decksamigen oder Angiospermen. Diese letzteren sind in jeder Beziehung vollkommener und höher organisirt als die ersteren, und haben sich erst später, im Laufe der Secundärzeit, aus diesen entwickelt. Die Gymnospermen bilden sowohl anatomisch als embryologisch die vermittelnde Uebergangsgruppe von den Farnen zu den Angiospermen.

Die niedere, unvollkommenere und ältere von den beiden Hauptklassen der Blumenpflanzen, die der Nacktsamigen (Gymnospermae) erreichte ihre mannichfaltigste Ausbildung und ihre weiteste Verbreitung während der mesolithischen oder Secundärzeit. Sie ist für dieses Zeitalter nicht minder charakteristisch, wie die Farngruppe für das vorhergehende primäre, und wie die Angiospermengruppe für das nachfolgende tertiäre Zeitalter. Wir konnten daher die Secundärzeit auch als den Zeitraum der Gymnospermen, oder nach ihren

bedeutendsten Vertretern als das Zeitalter der Nadelhölzer bezeichnen. Von den beiden Klassen, in welche die Gymnospermen zerfallen, den Nadelhölzern und Palmfarnen, ist die erstere am stärksten in der Triaszeit, die letztere in der Jurazeit entwickelt. Jedoch fällt die Entstehung der ganzen Hauptklasse schon in eine frühere Zeit. Wir finden versteinerte Reste von beiden Klassen derselben bereits in der Steinkohle vor, und müssen daraus schließen, daß der Uebergang von Schuppenfarnen in Gymnospermen bereits während der Steinkohlenzeit, oder vielleicht schon vorher, in der antecarbonischen oder in der devonischen Zeit erfolgt ist. Immerhin spielen die Nacktsamigen während der ganzen folgenden Primärzeit nur eine sehr untergeordnete Rolle und gewinnen die Herrschaft über die Farne erst im Beginn der Secundärzeit.

Von den beiden Klassen der Gymnospermen steht diejenige der Palmfarne oder Zamien (Cycadeae) auf der niedersten Stufe und schließt sich, wie schon der Name sagt, unmittelbar an die Farne an, so daß sie selbst von manchen Botanikern wirklich mit dieser Gruppe im Systeme vereinigt werden. In der äußeren Gestalt gleichen sie sowohl den Palmen als den Farnbäumen oder baumartigen Laubfarnen und tragen eine aus Fiederblättern zusammengesetzte Krone, welche entweder auf einem dicken niedrigen Strunke oder auf einem schlanken, einfachen, säulenförmigen Stamme sitzt. In der Gegenwart ist diese einst formenreiche Klasse nur noch durch wenige, in der heißen Zone lebende Formen dürftig vertreten, durch die niedrigen Zapfenfarne (Zamia), die dickstämmigen Brodfarne (Encephalartos), und die schlankstämmigen Rollfarne (Cycas). Man findet sie häufig in unseren Treibhäusern, wo sie gewöhnlich mit Palmen verwechselt werden. Eine viel größere Formenmannichfaltigkeit als die lebenden, bieten uns die ausgestorbenen und versteinerten Zapfenfarne, welche namentlich in der Mitte der Secundärzeit, während der Juraperiode in größter Masse auftraten und damals vorzugsweise den Charakter der Wälder bestimmten. Gymnospermen, welche diesen Cycadeen nächstverwandt und vielleicht nicht von ihnen zu trennen waren, er=

zeugten während der älteren oder mittleren Secundärzeit die Hauptklasse der Angiospermen.

In größerer Formenmannichfaltigkeit als die Klasse der Palmfarne hat sich bis auf unsere Zeit der andere Zweig der Gymnospermengruppe erhalten, die Klasse der Nadelhölzer oder Zapfenbäume (Coniferae). Noch gegenwärtig spielen die dazu gehörigen Cypressen, Wachholder und Lebensbäume (Thuja), die Taxus und Ginkobäume (Salisburya), die Araucarien und Cedern, vor allen aber die formenreiche Gattung Pinus mit ihren zahlreichen und bedeutenden Arten, den verschiedenen Kiefern, Pinien, Tannen, Fichten, Lärchen u. s. w. in den verschiedensten Gegenden der Erde eine sehr bedeutende Rolle, und setzen ausgedehnte Waldgebiete fast allein zusammen. Doch erscheint diese Entwickelung der Nadelhölzer schwach im Vergleiche zu der ganz überwiegenden Herrschaft, welche sich diese Klasse während der älteren Secundärzeit, in der Triasperiode, über die übrigen Pflanzen erworben hatte. Damals bildeten mächtige Zapfenbäume in verhältnißmäßig wenigen Gattungen und Arten, aber in ungeheuren Massen von Individuen beisammen stehend, den Hauptbestandtheil der mesolithischen Wälder. Sie rechtfertigen die Benennung der Secundärzeit als des „Zeitalters der Nadelwälder", obwohl die Coniferen schon in der Jurazeit von den Cycadeen überflügelt wurden.

Aus den Nadelwäldern der mesolithischen oder Secundärzeit treten wir in die Laubwälder der cenolithischen oder Tertiärzeit hinüber und gelangen dadurch zur Betrachtung der sechsten und letzten Hauptklasse des Pflanzenreichs, der Decksamigen (Angiospermae). Wie schon vorher bemerkt, hat sich diese zweite Hauptklasse der Blumenpflanzen erst viel später als die Nacktsamigen, und zwar aus einem Zweige dieser letzteren entwickelt. Die ersten sicheren und unzweifelhaften Versteinerungen von Decksamigen finden wir in den Schichten des Kreidesystems, und zwar kommen hier neben einander Reste von den beiden Klassen vor, in welche man die Hauptklasse der Angiospermen allgemein eintheilt, nämlich Einkeimblättrige oder Mono-

cotylen und Zweikeimblättrige oder Dicotylen. Die letzteren sind jedenfalls nicht älter als die Kreidezeit oder höchstens die Antecretazeit. Dagegen sind die ersteren möglicherweise auch schon früher vorhanden gewesen. Wir kennen nämlich eine Anzahl von zweifelhaften und nicht sicher bestimmbaren fossilen Pflanzenresten aus der Jurazeit und aus der Triaszeit, welche von manchen Botanikern bereits für Monocotylen, von anderen dagegen für Gymnospermen gehalten werden. Selbst in den Steinkohlenschichten glaubte man Monocotylenreste gefunden zu haben, die sich aber neuerdings als Ueberbleibsel entweder von Nacktsamigen oder von Farnen herausgestellt haben. Demnach scheint es jetzt sicher zu sein, daß die Klasse der Decksamigen erst während der Secundärzeit, und zwar aus den Cycadeen oder diesen nächstverwandten Nacktsamigen entstanden ist. Was die beiden Klassen der Decksamigen betrifft, Monocotylen und Dicotylen, so haben sich entweder beide Zweige aus einem gemeinsamen Stammaste, oder die Dicotylen erst später aus den Monocotylen entwickelt. Jedenfalls stehen in anatomischer Beziehung die letzteren auf einer tieferen und unvollkommeneren Stufe als die ersteren.

Die Klasse der Einkeimblättrigen oder Einsamenlappigen (Monocotylae oder Monocotyledones, auch Endogenae genannt) umfaßt diejenigen Blumenpflanzen, deren Samen nur ein einziges Keimblatt oder einen sogenannten Samenlappen (Cotyledon) besitzt. Jeder Blattkreis ihrer Blume enthält in der großen Mehrzahl der Fälle drei Blätter, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die gemeinsame Mutterpflanze aller Monocotylen eine regelmäßige und dreizählige Blüthe besaß. Die Blätter sind meistens einfach, von einfachen, graden Gefäßbündeln oder sogenannten „Nerven" durchzogen. Zu dieser Klasse gehören die umfangreichen Familien der Binsen und Gräser, Lilien und Schwertlilien, Orchideen und Dioscoreen, ferner eine Anzahl einheimischer Wasserpflanzen, die Wasserlinsen, Rohrkolben, Seegräser u. s. w. und endlich die prachtvollen, höchst entwickelten Familien der Aroideen und Pandaneen, der Bananen und

Palmen. Im Ganzen ist die Monocotylenklasse trotz aller Formenmannichfaltigkeit, die sie in der Tertiärzeit und in der Gegenwart entwickelt hat, viel einförmiger organisirt, als die Dicotylenklasse, und auch ihre geschichtliche Entwickelung bietet ein viel geringeres Interesse. Da ihre versteinerten Reste meistens schwer zu erkennen sind, so bleibt die Frage vorläufig noch offen, in welchem der drei großen secundären Zeiträume, Trias-, Jura- oder Kreidezeit, die Monocotylen aus den Cycadeen entstanden sind. Jedenfalls existirten sie in der Kreidezeit schon eben so sicher wie die Dicotylen.

Viel größeres historisches und anatomisches Interesse bietet in der Entwickelung ihrer untergeordneten Gruppen die zweite Klasse der Decksamigen, die Zweikeimblättrigen oder Zweisamenlappigen (Dicotylae oder Dicotyledones, auch Exogenae benannt). Die Blumenpflanzen dieser Klasse besitzen, wie ihr Name sagt, gewöhnlich zwei Samenlappen oder Keimblätter (Cotyledonen). Die Grundzahl in der Zusammensetzung ihrer Blüthe ist gewöhnlich nicht drei, wie bei den meisten Monocotylen, sondern vier oder fünf, oder ein Vielfaches davon. Ferner sind ihre Blätter gewöhnlich höher differenzirt und mehr zusammengesetzt, als die der Monocotylen, und von gekrümmten, verästelten Gefäßbündeln oder „Adern" durchzogen. Zu dieser Klasse gehören die meisten Laubbäume, und da dieselbe in der Tertiärzeit schon ebenso wie in der Gegenwart das Uebergewicht über die Gymnospermen und Farne gewann, so konnten wir das cenolithische Zeitalter auch als das der Laubwälder bezeichnen.

Obwohl die Mehrzahl der Dicotylen zu den höchsten und vollkommensten Pflanzen gehört, so schließt sich doch die niederste Abtheilung derselben unmittelbar an die Monocotylen an und stimmt mit diesen namentlich darin überein, daß in ihrer Blüthe Kelch und Blumenkrone noch nicht gesondert sind. Man nennt sie daher Kelchblüthige (Monochlamydeae oder Apetalae). Diese Unterklasse hat sich zunächst entweder aus den Monocotylen oder in Zusammenhang mit diesen aus den Gymnospermen entwickelt. Es gehören dahin die meisten kätzchentragenden Laubbäume, die Birken und Erlen

Weiden und Pappeln, Buchen und Eichen, ferner die nesselartigen Pflanzen, Nesseln, Hanf und Hopfen, Feigen, Maulbeeren und Rüstern, endlich die Wolfsmilchartigen, Amaranthartigen, Lorberartigen u. s. w.

Neben den Kelchblüthigen lebte aber in der Kreidezeit auch schon die zweite und vollkommenere Unterklasse der Dicotylen, die Gruppe der Kronenblüthigen (Dichlamydeae oder Corolliflorae). Diese entstanden aus den Kelchblüthigen dadurch, daß sich die einfache Blüthenhülle der letzteren in Kelch und Krone differenzirte. Die Unterklasse der Kronenblüthigen zerfällt wiederum in zwei große Hauptabtheilungen oder Legionen, deren jede eine große Menge von verschiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten enthält. Die erste Legion führt den Namen der Sternblüthigen oder Diapetalen, die zweite den Namen der Glockenblüthigen oder Gamopetalen.

Die tiefer stehende und unvollkommenere von den beiden Legionen der Kronenblüthigen sind die Sternblüthigen (Diapetalae, auch Polypetalae oder Dialypetalae genannt). Hierher gehören die umfangreichen Familien der Doldenblüthigen oder Umbelliferen, der Kreuzblüthigen oder Cruciferen, ferner die Ranunculaceen und Crassulaceen, Wasserrosen und Cistrosen, Malven und Geranien, und neben vielen anderen namentlich noch die großen Abtheilungen der Rosenblüthigen, (welche außer den Rosen die meisten unserer Obstbäume umfassen) und der Schmetterlingsblüthigen, (welche unter anderen die Wicken, Bohnen, Klee, Ginster, Akacien und Mimosen enthalten). Bei allen diesen Diapetalen bleiben die Blumenblätter getrennt und verwachsen nicht mit einander, wie es bei den Gamopetalen der Fall ist. Die letzteren haben sich erst in der Tertiärzeit aus den Diapetalen entwickelt, während diese schon in der Kreidezeit neben den Kelchblüthigen auftraten.

Die höchste und vollkommenste Gruppe des Pflanzenreichs bildet die zweite Abtheilung der Kronenblüthigen, die Legion der Glockenblüthigen (Gamopetalae, auch Monopetalae oder Sympetalae genannt). Hier verwachsen die Blumenblätter, welche bei den übri-

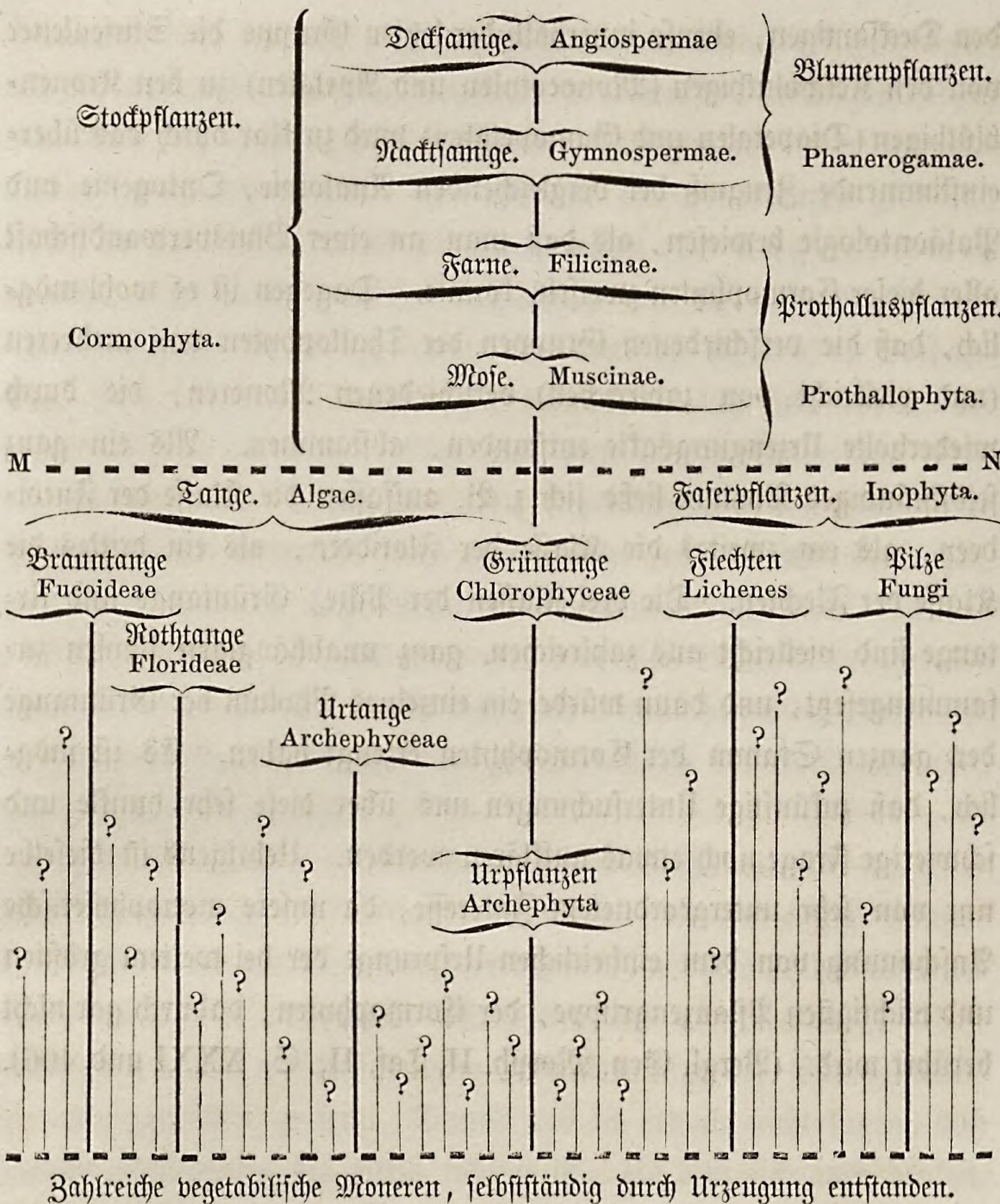
gen Blumenpflanzen meistens ganz getrennt bleiben, regelmäßig zu einer mehr oder weniger glocken-, trichter- oder röhrenförmigen Krone. Es gehören hierher unter anderen die Glockenblumen und Winden, Primeln und Haidekräuter, Gentiane und Gaisblatt, ferner die Familie der Oelbaumartigen, Oelbaum, Liguster, Flieder und Esche, und endlich neben vielen anderen Familien die umfangreichen Abtheilungen der Lippenblüthigen (Labiaten) und der Zusammengesetztblüthigen (Compositen). In diesen letzteren erreicht die Differenzirung und Vervollkommnung der Phanerogamenblüthe ihren höchsten Grad, und wir müssen sie daher als die Vollkommensten von allen an die Spitze des Pflanzenreichs stellen. Dem entsprechend tritt die Legion der Glockenblüthigen oder Gamopetalen am spätesten von allen Hauptgruppen des Pflanzenreichs in der organischen Erdgeschichte auf, nämlich erst in der cenolithischen oder Tertiärzeit. Selbst in der älteren Tertiärzeit ist sie noch sehr selten, nimmt erst in der mittleren langsam zu und erreicht erst in der neueren Tertiärzeit und in der Quartärzeit ihre volle Ausbildung.

Wenn Sie nun, in der Gegenwart angelangt, nochmals die ganze geschichtliche Entwickelung des Pflanzenreichs überblicken, so werden sie nicht umhin können, darin lediglich eine großartige Bestätigung der Descendenztheorie zu erblicken. Die beiden großen Grundgesetze der organischen Entwickelung, die wir als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben, die Gesetze der Differenzirung und der Vervollkommnung, machen sich in der Entwickelung der größeren und kleineren Gruppen des natürlichen Pflanzensystems überall geltend. In jeder größeren und kleineren Periode der organischen Erdgeschichte nimmt das Pflanzenreich sowohl an Mannichfaltigkeit, als an Vollkommenheit zu, wie Ihnen schon ein Blick auf Taf. II deutlich zeigt. Während der ganzen langen Primordialzeit existirte nur die niederste und unvollkommenste Hauptklasse der Tange. Zu diesen gesellen sich in der Primärzeit die höheren und vollkommeneren Kryptogamen, insbesondere die

Hauptklasse der Farne. Schon während der Steinkohlenzeit beginnen sich aus diesen die Phanerogamen zu entwickeln, anfänglich jedoch nur durch die niedere Hauptklasse der Nacktsamigen oder Gymnospermen repräsentirt. Erst während der Secundärzeit geht aus diesen die höhere Hauptklasse der Decksamigen oder Angiospermen hervor. Auch von diesen sind anfänglich nur die niederen, kronenlosen Gruppen, die Monocotylen, dann die Apetalen vorhanden. Erst während der Kreidezeit entwickelten sich aus letzteren die höheren Kronenblüthigen. Aber auch diese höchste Abtheilung ist in der Kreidezeit nur durch die tiefer stehenden Sternblüthigen oder Diapetalen vertreten, und ganz zuletzt erst, in der Tertiärzeit, gehen aus diesen die höher stehenden Glockenblüthigen oder Gamopetalen hervor, die vollkommensten von allen Blumenpflanzen. So erhob sich in jedem jüngeren Abschnitt der organischen Erdgeschichte das Pflanzenreich stufenweise zu einem höheren Grade der Vollkommenheit und der Mannichfaltigkeit.

Ich habe Ihnen in dieser systematischen Uebersicht über die historische Entwickelung des Pflanzenreichs dasselbe als eine einzige Gruppe von blutsverwandten Organismen dargestellt, wie es auch der Stammbaum auf Taf. II ausdrückt. Mir scheint diese einstämmige oder monophyletische Anschauung vom Ursprung des Pflanzenreichs die naturgemäßere zu sein. Damit will ich jedoch nicht sagen, daß dieselbe nothwendig die allein richtige ist. Es läßt sich auch denken, daß das Pflanzenreich aus mehreren selbstständigen Stämmen oder Phylen zusammengesetzt ist, deren jeder aus einer einzigen archigonen (d. h. durch Urzeugung entstandenen) Monerenart hervorgegangen ist. Eine Vorstellung von dieser vielstämmigen oder polyphyletischen Descendenzhypothese mag Ihnen nachstehende Tabelle geben. Kaum zweifelhaft ist es, daß auch in diesem Falle die ganze Masse der Stockpflanzen oder Cormophyten (sowohl Phanerogamen als Prothallophyten) als Blutsverwandte eines einzigen Stammes aufzufassen sind. Denn die genealogische Stufenleiter von den Mosen zu den Farnen, von diesen zu den Nacktsamigen, und von letzteren zu

den Decksamigen, ebenso innerhalb der letzten Gruppe die Stufenleiter von den Kelchblüthigen (Monocotylen und Apetalen) zu den Kronenblüthigen (Diapetalen und Gamopetalen) wird zu klar durch das übereinstimmende Zeugniß der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie bewiesen, als daß man an einer Blutsverwandtschaft aller dieser Cormophyten zweifeln könnte. Dagegen ist es wohl möglich, daß die verschiedenen Gruppen der Thallophyten von mehreren (und vielleicht von zahlreichen) verschiedenen Moneren, die durch wiederholte Urzeugungsakte entstanden, abstammen. Als ein ganz selbstständiges Phylum ließe sich z. B. auffassen die Klasse der Fucoideen, als ein zweites die Klasse der Florideen, als ein drittes die Klasse der Flechten. Die drei Klassen der Pilze, Grüntange und Urtange sind vielleicht aus zahlreichen, ganz unabhängigen Phylen zusammengesetzt, und dann würde ein einzelnes Phylum der Grüntange den ganzen Stamm der Cormophyten erzeugt haben. Es ist möglich, daß zukünftige Untersuchungen uns über diese sehr dunkle und schwierige Frage noch etwas aufklären werden. Uebrigens ist dieselbe nur von sehr untergeordnetem Interesse, da unsere monophyletische Anschauung von dem einheitlichen Ursprunge der bei weitem größten und wichtigsten Pflanzengruppe, der Cormophyten, dadurch gar nicht berührt wird. (Vergl. Gen. Morph. II, Taf. II, S. XXXI und 406).



Vielstämmiger oder polyphyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs (im Gegensatz zu dem einstämmigen oder monophyletischen Stammbaum auf Taf. II). Die Linie MN bezeichnet die Grenze zwischen den Thalluspflanzen (Tangen, Flechten und Pilzen) und den aus einem Stamme der Tange entwickelten Stockpflanzen. Die auslaufenden Linien ohne Namen (mit einem ?) bedeuten die zahlreichen Stämme von niederen Thalluspflanzen, welche möglicherweise unabhängig von einander durch vielfache Urzeugungsakte entstanden sind, und welche sich nicht zu höheren Pflanzengruppen entwickelt haben.

Siebzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.

I. Stammbaum und Geschichte der wirbellosen Thiere.

(Hierzu Taf. III, IV und V.)

Das natürliche System des Thierreichs. System von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derselben auf sechs Typen. Genealogische Bedeutung der sechs Typen als selbstständiger Stämme des Thierreichs. Monophyletische und polyphyletische Descendenzhypothese des Thierreichs. Gemeinsamer Ursprung der fünf übrigen Thierstämme aus dem Würmerstamm. Eintheilung der sechs Thierstämme in 16 Hauptklassen und 32 Klassen. Stamm der Pflanzenthiere. Schwämme oder Spongien (Weichschwämme, Hartschwämme). Nesselthiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Würmer. Urwürmer oder Archelminthen (Infusorien). Weichwürmer oder Scoleciden (Plattwürmer, Rundwürmer). Sackwürmer oder Himategen (Mosthiere, Mantelthiere). Gliedwürmer oder Colelminthen (Sternwürmer, Ringelwürmer, Räderwürmer). Stamm der Weichthiere (Spiralkiemer, Blattkiemer, Schnecken, Pulpen). Stamm der Sternthiere (Seesterne, Seelilien, Seeigel, Seewalzen). Stamm der Gliederfüßer. Krebse (Gliederkrebse, Panzerkrebse). Spinnen (Streckspinnen, Rundspinnen). Tausendfüßer. Insecten. Kauende und saugende Insecten. Stammbaum und Geschichte der acht Ordnungen der Insecten.

Meine Herren! Das natürliche System der Organismen, welches wir ebenso im Thierreich wie im Pflanzenreich zunächst als Leitfaden für unsere genealogischen Untersuchungen benutzen müssen, ist hier wie dort erst neueren Ursprungs, und wesentlich durch die Fortschritte un-

seres Jahrhunderts in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bedingt. Die Klassificationsversuche des vorigen Jahrhunderts bewegten sich fast sämmtlich noch in der Bahn des künstlichen Systems, welches zuerst Carl Linné in strengerer Form aufgestellt hatte. Das künstliche System unterscheidet sich von dem natürlichen wesentlich dadurch, daß es nicht die gesammte Organisation und die innere, auf der Blutsverwandtschaft beruhende Formverwandtschaft zur Grundlage der Eintheilung macht, sondern nur einzelne und dazu meist noch äußerliche, leicht in die Augen fallende Merkmale. So unterschied Linné seine 24 Klassen des Pflanzenreichs wesentlich nach der Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße. Ebenso unterschied derselbe im Thierreiche sechs Klassen wesentlich nach der Beschaffenheit des Herzens und des Blutes. Diese sechs Klassen waren: 1. die Säugethiere; 2. die Vögel; 3. die Amphibien; 4. die Fische; 5. die Insecten und 6. die Würmer.

Diese sechs Thierklassen Linné's sind aber keineswegs von gleichem Werthe, und es war schon ein wichtiger Fortschritt, als Lamarck zu Ende des vorigen Jahrhunderts die vier ersten Klassen als Wirbelthiere (Vertebrata) zusammenfaßte, und diesen die übrigen Thiere, die Insecten und Würmer Linné's, als eine zweite Hauptabtheilung, als Wirbellose (Invertebrata) gegenüberstellte. Eigentlich griff Lamarck damit auf den Vater der Naturgeschichte, auf Aristoteles zurück, welcher diese beiden großen Hauptgruppen bereits unterschieden, und die ersteren Blutthiere, die letzteren Blutlose genannt hatte.

Den nächsten großen Fortschritt zum natürlichen System des Thierreichs thaten einige Decennien später zwei der verdienstvollsten Zoologen, Carl Ernst Bär und George Cuvier. Wie schon früher erwähnt wurde, stellten dieselben fast gleichzeitig, und unabhängig von einander, die Behauptung auf, daß mehrere grundverschiedene Hauptgruppen im Thierreich zu unterscheiden seien, von denen jede einen ganz eigenthümlichen Bauplan oder Typus besitze. (Vergl. oben S. 42, 43). In jeder dieser Hauptabtheilungen giebt

es eine baumförmig verzweigte Stufenleiter von sehr einfachen und unvollkommenen bis zu höchst zusammengesetzten und entwickelten Formen. Der Ausbildungsgrad innerhalb eines jeden Typus ist ganz unabhängig von dem eigenthümlichen Bauplan, der dem Typus als besonderer Charakter zu Grunde liegt. Dieser „Typus“ wird durch das eigenthümliche Lagerungsverhältniß der wichtigsten Körpertheile und die Verbindungsweise der Organe bestimmt. Der Ausbildungsgrad dagegen ist abhängig von der mehr oder weniger weitgehenden Arbeitstheilung oder Differenzirung der Plastiden und Organe. Diese außerordentlich wichtige und fruchtbare Idee begründete Bär, welcher sich auf die individuelle Entwickelungsgeschichte der Thiere stützte, viel klarer und tiefer als Cuvier, welcher sich bloß an die Resultate der vergleichenden Anatomie hielt. Doch erkannte weder dieser noch jener die wahre Ursache jenes merkwürdigen Verhältnisses. Diese wird uns erst durch die Descendenztheorie enthüllt. Sie zeigt uns, daß der gemeinsame Typus oder Bauplan durch die Vererbung, der Grad der Ausbildung oder Sonderung dagegen durch die Anpassung bedingt ist. (Gen. Morph. II, 10).

Sowohl Bär als Cuvier unterschieden im Thierreich vier verschiedene Typen oder Baupläne und theilten dasselbe dem entsprechend in vier große Hauptabtheilungen (Zweige oder Kreise) ein. Die erste von diesen wird durch die Wirbelthiere (Vertebrata) gebildet, welche die vier ersten Klassen Linné's umfassen: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Den zweiten Typus bilden die Gliederthiere (Articulata), welche die Insecten Linné's, also die eigentlichen Insecten, die Tausendfüße, Spinnen und Krebse, außerdem aber auch einen großen Theil der Würmer, insbesondere die gegliederten Würmer enthalten. Die dritte Hauptabtheilung umfaßt die Weichthiere (Mollusca): die Pulpen, Schnecken, Muscheln, und einige verwandte Gruppen. Der vierte und letzte Kreis des Thierreichs endlich ist aus den verschiedenen Strahlthieren (Radiata) zusammengesetzt, welche sich auf den ersten Blick von den drei vorhergehenden Typen durch ihre „strahlige“, blumenähnliche Körperform

unterscheiden. Während nämlich bei den Weichthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren der Körper aus zwei symmetrisch-gleichen Seitenhälften besteht, aus zwei Gegenstücken oder Antimeren, von denen das eine das Spiegelbild des anderen darstellt, so ist dagegen bei den sogenannten Strahlthieren der Körper aus mehr als zwei, gewöhnlich vier, fünf oder sechs Gegenstücken zusammengesetzt, welche wie bei einer Blume um eine gemeinsame Hauptaxe gruppirt sind. So auffallend dieser Unterschied zunächst auch erscheint, so ist er doch im Grunde nur von höchst untergeordneter Bedeutung.

Die Aufstellung dieser natürlichen Hauptgruppen, Typen oder Kreise des Thierreichs, durch Bär und Cuvier war der größte Fortschritt in der Klassification der Thiere seit Linné. Die drei Gruppen der Wirbelthiere, Gliederthiere und Weichthiere sind so naturgemäß, daß sie noch heutzutage fast allgemein beibehalten werden. Dagegen mußte die unnatürliche Vereinigung der Strahlthiere bei genauerer Erkenntniß alsbald aufgelöst werden, und dieser wichtige Fortschritt wurde 1848 durch Leuckart gethan. Er wies zuerst nach, daß darunter zwei grundverschiedene Typen vermischt seien, nämlich einerseits die Sternthiere (Echinoderma): die Seesterne, Seelilien, Seeigel und Seewalzen; andrerseits die Pflanzenthiere (Coelenterata): die Schwämme, Korallen, Schirmquallen und Kammquallen. Gleichzeitig wurden durch Siebold die Infusionsthierchen oder Infusorien mit den Wurzelfüßern oder Rhizopoden in einer besonderen Hauptabtheilung des Thierreichs als Urthiere (Protozoa) vereinigt. Dadurch stieg die Zahl der thierischen Typen oder Kreise auf sechs. Endlich wurde dieselbe noch dadurch um einen siebenten Typus vermehrt, daß die meisten neueren Zoologen die Hauptabtheilung der Gliederthiere oder Articulaten in zwei Gruppen trennten, einerseits die mit gegliederten Beinen versehenen Gliedfüßer (Arthropoda), welche den Insecten im Sinne Linné's entsprechen, nämlich die eigentlichen (sechsbeinigen) Insecten, die Tausendfüße, Spinnen und Krebse; andrerseits die fußlosen oder mit ungegliederten Füßen versehenen Würmer (Vermes). Diese letzteren umfassen nur die eigent-

lichen oder echten Würmer (die Ringelwürmer, Rundwürmer, Plattwürmer u. s. w.), und entsprechen daher keineswegs den Würmern in Linné's Sinne, welcher dazu auch noch die Weichthiere, Strahlthiere und viele andere rechnete.

So wäre denn nach der Anschauung der neueren Zoologen, welche Sie fast in allen Hand- und Lehrbüchern der gegenwärtigen Thierkunde vertreten finden, das Thierreich aus sieben ganz verschiedenen Hauptabtheilungen oder Typen zusammengesetzt, deren jede durch einen charakteristischen, ihr ganz eigenthümlichen sogenannten Bauplan ausgezeichnet, und von jeder der anderen völlig verschieden ist. In dem natürlichen System des Thierreichs, welches ich Ihnen jetzt als den wahrscheinlichen Stammbaum desselben entwickeln werde, schließe ich mich im Großen und Ganzen dieser üblichen Eintheilung an, jedoch nicht ohne einige Modificationen, welche ich in Betreff der Genealogie für sehr wichtig halte. Unverändert in ihrem bisherigen Umfange werde ich die drei Typen der Wirbelthiere, Gliedfüßer, und Sternthiere beibehalten. Dagegen müssen die drei Gruppen der Weichthiere, Würmer und Pflanzenthiere einige Veränderungen ihres Gebiets erleiden. Den siebenten und letzten Kreis, den der Urthiere oder Protozoen, löse ich ganz auf. Den größten Theil der jetzt gewöhnlich als Urthiere angesehenen Organismen, nämlich die Wurzelfüßer, Amoeboiden, Geißelschwärmer und Meerleuchten betrachte ich als Protisten und habe Ihnen dieselben bereits vorgeführt. Von den beiden noch übrigen Klassen der Urthiere betrachte ich die Schwämme als Wurzel des Pflanzenthierstammes, die Infusorien als Wurzel des Würmerstammes.

Die sechs Zweige oder Kreise des Thierreichs, welche nach Ausscheidung der Protozoen übrig bleiben, sind ohne Zweifel durch ihre Anatomie und Entwickelungsgeschichte dergestalt charakterisirt, daß man sie im Sinne von Bär und Cuvier als selbstständige „Typen" auffassen kann. Trotz aller Mannichfaltigkeit in der äußeren Form, welche innerhalb jedes dieser Typen sich entwickelt, ist dennoch die Grundlage des inneren Baues, das wesentliche Lagerungsverhältniß

der Körpertheile, welches den Typus bestimmt, so constant, bei allen Gliedern jedes Typus so übereinstimmend, daß man dieselben eben wegen dieser inneren Formverwandtschaft im natürlichen System in einer einzigen Hauptgruppe vereinigen muß. Daraus folgt aber unmittelbar, daß diese Vereinigung auch im Stammbaum des Thierreichs stattfinden muß. Denn die wahre Ursache jener innigen Formverwandtschaft kann nur die wirkliche Blutsverwandtschaft sein. Wir können also ohne Weiteres den wichtigen Satz aufstellen, daß alle Thiere welche zu einem und demselben Kreis oder Typus gehören, von einer und derselben ursprünglichen Stammform abstammen müssen. Mit anderen Worten, der Begriff des Kreises oder Typus, wie er in der Zoologie seit Bär und Cuvier für die wenigen obersten Hauptgruppen oder „Unterreiche" des Thierreichs gebräuchlich ist, fällt zusammen mit dem Begriffe des Stammes oder Phylum, wie ihn die Descendenztheorie für die Gesammtheit derjenigen Organismen anwendet, welche ohne Zweifel blutsverwandt sind, und eine gemeinsame Wurzel besitzen.

Die übereinstimmenden Zeugnisse der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie begründen diese Blutsverwandtschaft aller Angehörigen eines jeden Typus so sicher, daß schon jetzt darüber kaum ein Zweifel herrschen kann. Wenigstens gilt dies fast ohne Widerspruch von den fünf Stämmen der Wirbelthiere, Gliedfüßer, Weichthiere, Sternthiere und Pflanzenthiere. Zweifelhafter ist dies bei den Würmern, deren Kreis auch in seiner heutigen Zusammensetzung immer noch ein buntes Gemisch von sehr verschiedenartigen Thieren darstellt, welche wesentlich nur in negativen Merkmalen, in der tiefen Stufe ihrer Organisation und in dem indifferenten Charakter ihres Baues übereinstimmen. Noch heute ist ebenso wie zu Zeiten Linné's die Würmerklasse die allgemeine Rumpelkammer der Zoologie, in welche die Systematiker alle Thiere hineinwerfen, die sie in keinem anderen Typus oder Phylum mit Sicherheit unterbringen können. Dieses seltsame Verhältniß hat aber seinen guten Grund, und zwar darin, daß wir mit größter Wahrscheinlichkeit den Würmerstamm (in sei-

nem heutigen Umfang) als die gemeinsame Wurzel oder Stammgruppe des ganzen Thierreichs ansehen können.

Obwohl jeder der fünf Stämme (nach Ausschluß des Würmerstammes) eine aufsteigende baumförmig verzweigte Stufenleiter von sehr einfachen und niederen zu sehr zusammengesetzten und hochorganisirten Thieren darstellt, so sind dennoch die unvollkommensten und niedersten Formen derselben immer bereits so differenzirt, daß sie nicht die ursprünglichen Stammformen des ganzen Stammes darstellen können. Dies gilt ebenso von den niedersten Stufen der Wirbelthiere und Gliedfüßer, wie von den unvollkommensten Formen der Weichthiere, Sternthiere und Pflanzenthiere. Wollen wir daher die ersten und ältesten Vorfahren derselben erkennen, so müssen wir nothwendig auf noch tiefer stehende Organismen zurückgehen.

Die Embryologie der Thiere belehrt uns, daß jedes Individuum sich aus einer einfachen Zelle, einem Ei entwickelt, und hieraus können wir, auf den innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie gestützt, unmittelbar den wichtigen Schluß ziehen, daß auch die ältesten Stammformen eines jeden Phylum einfache Zellen, gleich den Eiern, waren. Diese Zellen selbst aber müssen, wie ich Ihnen schon früher zeigte, von Moneren abstammen, die durch Urzeugung entstanden sind. Welche Formenkette liegt nun aber zwischen jenen einfachen Stammzellen und zwischen den verhältnißmäßig schon hoch organisirten Thieren, die wir heutzutage als die niedersten und ältesten Formen eines jeden der fünf genannten Stämme ansehen? Auf diese Frage erhalten wir durch die vergleichende Anatomie und Embryologie zwar keine ganz bestimmte Antwort, aber doch einen sehr wichtigen Hinweis. Es zeigt sich nämlich, daß unter der bunten Formenmasse des gestaltenreichen Würmerstammes eine ganze Anzahl von interessanten Thierformen versteckt ist, welche wir mit einem mehr oder weniger hohen Grade von Wahrscheinlichkeit als Uebergangsformen von den niederen Würmern zu den niedersten Entwickelungsstufen der fünf übrigen Stämme ansehen können. Wir dürfen in ihnen noch jetzt lebende nahe Verwandte von jenen

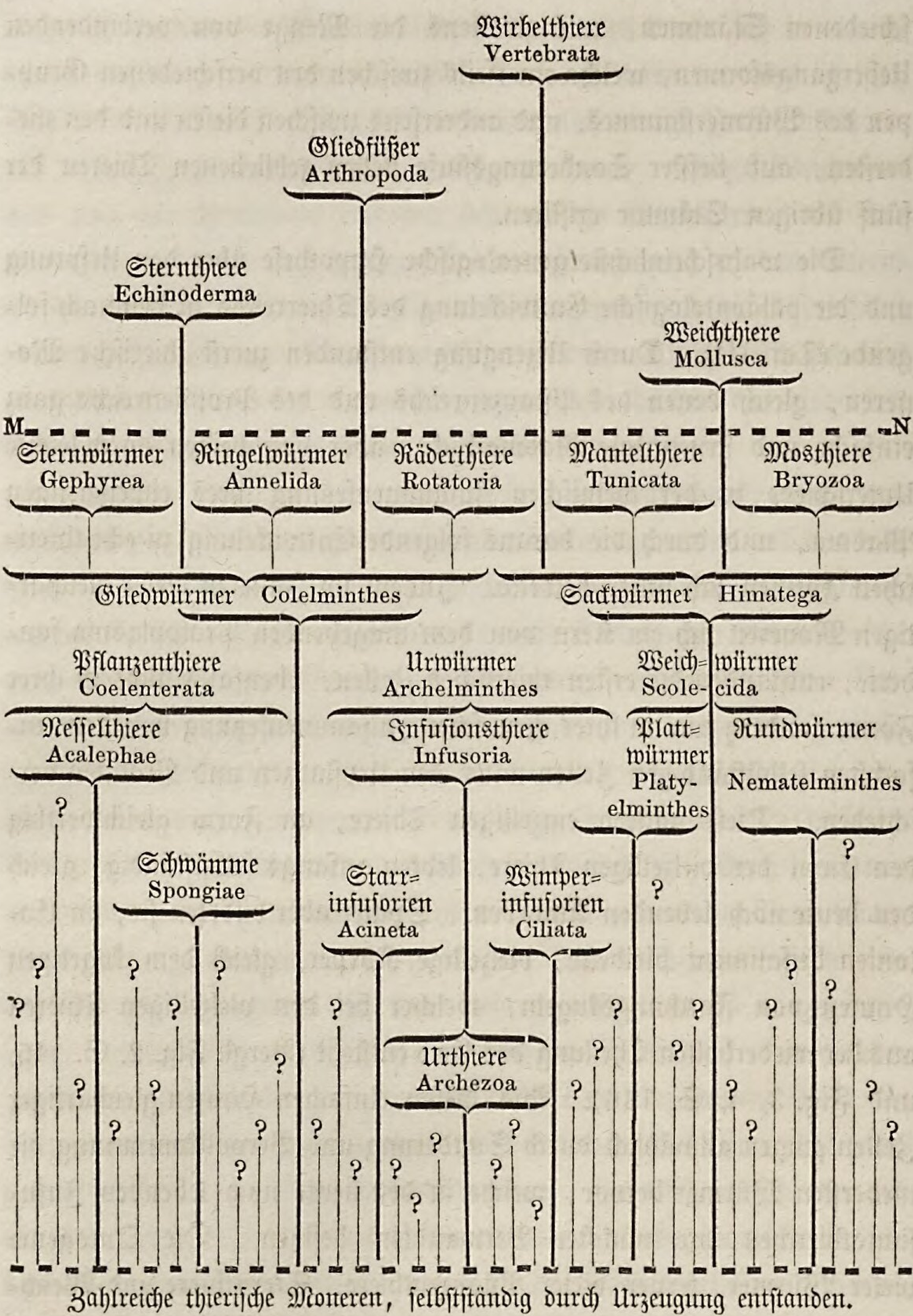
längst ausgestorbenen Würmern vermuthen, aus denen sich in altersgrauer primordialer Vorzeit die fünf Stammformen der fünf übrigen Phylen entwickelten. So gleichen namentlich einige Infusionsthiere den ersten Jugendzuständen der Pflanzenthiere. Einige Weichwürmer und die Mosthiere schließen sich an die Weichthiere an. Die Sternwürmer und einige Ringelwürmer führen uns zu den Sternthieren hinüber, andere Ringelwürmer dagegen und die Räderthiere zu den Gliedfüßern. Die Mantelthiere endlich schließen sich zunächst an die Wirbelthiere an, indem die Jugendzustände von den niedersten Formen beider Gruppen nahe verwandt sind.

Erwägen wir nun einerseits diese unleugbare anatomische und embryologische Verwandtschaft einzelner Würmergruppen mit den niedersten und tiefststehenden Ausgangsformen der fünf übrigen Stämme, andrerseits die vielfache verwandtschaftliche Verkettung, durch welche auch die verschiedenen Gruppen des Würmerstammes trotz aller Verschiedenheiten unter sich innig verbunden sind, so gelangen wir schließlich zu der Anschauung, daß auch für das gesammte Thierreich ein gemeinsamer Ursprung aus einer einzigen Wurzel oder Stammform das Wahrscheinlichste ist. Auch hier, wie im Pflanzenreich, gewinnt bei näherer nnd eingehenderer Betrachtung die einstämmige oder monophyletische Descendenzhypothese, wie sie auf Taf. III. dargestellt ist, das Uebergewicht über die entgegengesetzte, vielstämmige oder polyphyletische Hypothese, von welcher Ihnen die nachstehende Tabelle (S. 392) eine Anschauung giebt.

Die polyphyletische Hypothese vom Ursprung des Thierreichs kann in sehr verschiedener Form gedacht werden. Im Gegensatz zu der auf S. 392 dargestellten Form derselben könnte man es zunächst z. B. für das Wahrscheinlichste halten, daß jeder der sechs thierischen Stämme selbstständigen Ursprungs ist und sich ganz unabhängig von den fünf anderen aus einer besonderen Zellenform entwickelt hat, die von einem besonderen, durch Urzeugung entstandenen Moner abstammt. Gegen diese Vorstellung spricht erstens die merkwürdige Uebereinstimmung der frühesten embryonalen Entwickelungszustände bei den ver-

schiedenen Stämmen, und zweitens die Menge von verbindenden Uebergangsformen, welche einerseits zwischen den verschiedenen Gruppen des Würmerstammes, und andrerseits zwischen diesen und den niedersten, auf tiefster Sonderungsstufe stehen gebliebenen Thieren der fünf übrigen Stämme existiren.

Die wahrscheinlichste genealogische Hypothese über den Ursprung und die paläontologische Entwickelung des Thierreichs ist demnach folgende (Taf. III). Durch Urzeugung entstanden zuerst thierische Moneren, gleich denen des Pflanzenreichs und des Protistenreichs ganz einfache und structurlose Plasmastücke, aber von beiden durch leichte Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung ihres eiweißartigen Plasma, und durch die daraus folgende Entwickelung zu echt thierischen Formen sich unterscheidend. Indem im Inneren dieser gleichartigen Moneren sich ein Kern von dem umgebenden Protoplasma sonderte, entstanden die ersten thierischen Zellen, ebenfalls nicht in ihrer Form, sondern nur in ihrer chemischen Zusammensetzung von den einfachsten selbstständigen Zellen unter den Urpflanzen und Protisten verschieden. Diese nackten einzelligen Thiere, an Form gleichwerthig den Eiern der vielzelligen Thiere, lebten anfangs selbstständig, gleich den heute noch lebenden Amoeben. Später aber bildeten sie, in Colonien beisammen bleibend, vielzellige Körper, gleich dem kugeligen Haufen von Furchungskugeln, welcher bei den vielzelligen Thieren aus der wiederholten Theilung des Eies entsteht (Vergl. Fig. 2, S. 145, und Fig. 3, 4, S. 146). Aus diesen einfachen Haufen gleichartiger Zellen gingen allmählich durch Sonderung und Vervollkommnung die niedersten Würmer hervor, welche in den heute noch lebenden Infusionsthierchen ihre nächsten Verwandten besitzen. Die Ontogenie vieler Würmer, ferner vieler Pflanzenthiere, Sternthiere und Weichthiere, wiederholt uns noch heutzutage jenen wichtigen Vorgang der Phylogenie, indem das gefurchte Ei, d. h. der vielzellige, aus der Eitheilung entstandene Körper sich zunächst in einen bewimperten „infusorienartigen" Embryo oder Larve verwandelt. Aus gleichen bewimperten Infusorien entstanden dann durch weitere Differenzirung die



Vielstämmiger oder polyphyletischer Stammbaum des Thierreichs (im Gegensatz zu dem einstämmigen oder monophyletischen Stammbaum auf Taf. III). Die Linie MN bezeichnet die Grenze zwischen den vier höheren und den beiden niederen Thierstämmen (Würmern und Pflanzenthieren). Die auslaufenden Linien ohne Namen (mit einem ?) bedeuten die zahlreichen Stämme von niederen Thieren (Würmern und Pflanzenthieren), welche möglicherweise unabhängig von einander durch vielfache Urzeugungsakte entstanden sind, und welche sich nicht zu höheren Thiergruppen entwickelt haben.

Systematische Uebersicht der 16 Hauptklassen und 32 Klassen des Thierreichs.

Stämme oder Phylen des Thierreichs	Hauptklassen oder Kladen des Thierreichs	Klassen des Thierreichs	Systematischer Name der Klassen
A. Pflanzenthiere *Coelenterata*	I. Schwammthiere *Spongiae*	1. Schwämme	1. Porifera
	II. Nesselthiere *Acalephae*	2. Korallen	2. Corallia
		3. Schirmquallen	3. Hydromedusae
		4. Kammquallen	4. Ctenophora
B. Würmer *Vermes*	III. Urwürmer *Archelminthes*	5. Infusionsthiere	5. Infusoria
	IV. Weichwürmer *Scolecida*	6. Plattwürmer	6. Platyelminthes
		7. Rundwürmer	7. Nematelminthes
	V. Sackwürmer *Himatega*	8. Mosthiere	8. Bryozoa
		9. Mantelthiere	9. Tunicata
	VI. Gliedwürmer *Colelminthes*	10. Sternwürmer	10. Gephyrea
		11. Ringelwürmer	11. Annelida
		12. Räderthiere	12. Rotatoria
C. Weichthiere *Mollusca*	VII. Kopflose *Acephala*	13. Spiralkiemer	13. Spirobranchia
		14. Blattkiemer	14. Elatobranchia
	VIII. Kopfträger *Eucephala*	15. Schnecken	15. Cochlides
		16. Pulpen	16. Cephalopoda
D. Sternthiere *Echinoderma*	IX. Gliederarmige *Colobrachia*	17. Seesterne	17. Asterida
		18. Seelilien	18. Crinoida
	X. Armlose *Lipobrachia*	19. Seeigel	19. Echinida
		20. Seewalzen	20. Holothuriae
E. Gliedfüßer *Arthropoda*	XI. Kiemenkerfe *Carides*	21. Krebsthiere	21. Crustacea
	XII. Tracheenkerfe *Tracheata*	22. Spinnen	22. Arachnida
		23. Tausendfüßer	23. Myriapoda
		24. Insecten	24. Insecta
F. Wirbelthiere *Vertebrata*	XIII. Rohrherzen *Leptocardia*	25. Schädellose	25. Acrania
	XIV. Unpaarnasen *Monorrhina*	26. Rundmäuler	26. Cyclostoma
	XV. Amnionlose *Anamnia*	27. Fische	27. Pisces
		28. Lurchfische	28. Dipneusta
		29. Lurche	29. Amphibia
	XVI. Amnionthiere *Amniota*	30. Schleicher	30. Reptilia
		31. Vögel	31. Aves
		32. Säugethiere	32. Mammalia.

niedersten Formen der bewimperten Strudelwürmer oder Turbellarien, Weichwürmer, welche wir als die gemeinsame Stammgruppe aller übrigen Würmerklassen ansehen können. Viele von den letzteren blieben bis auf den heutigen Tag auf der niederen Entwickelungsstufe des Wurmes stehen. Einige wenige aber entwickelten sich nach verschiedenen Richtungen hin zu höheren Formen, welche die Stammformen für die übrigen, höheren Thierstämme wurden.

Wenn diese Hypothese, wie ich glaube, richtig ist, so würden die sechs Stämme des Thierreichs in genealogischer Beziehung keineswegs gleichwerthig sein. (Vergl. Taf. III.) Denn der Würmerstamm würde dann als die gemeinsame Stammgruppe der fünf übrigen Stämme zu betrachten sein. Diese letzteren verhielten sich unter einander wie fünf Geschwister, welche in dem ersteren ihre gemeinsame Elternform haben. Unter den fünf Geschwisterstämmen selbst würden wir aber wieder den Stamm der Pflanzenthiere oder Coelenteraten in sofern den vier übrigen entgegenstellen müssen, als der erstere einen viel geringeren Grad der Blutsverwandtschaft zu den echten Würmern offenbart, als die vier letzteren. Wahrscheinlich hat sich der erstere in viel früherer Primordialzeit bereits von den tiefsten Stufen des Wurmstammes, von den Urwürmern oder Infusorien abgezweigt und selbstständig entwickelt, während die Stammformen der vier übrigen Stämme noch gar nicht von echten Würmern zu trennen waren. Diese letzteren haben sich wohl erst in viel späterer Zeit von den Würmern gesondert, als der Würmertypus längst die niedere und indifferente Stufe der Urwürmer überschritten hatte. Selbst wenn wir für die vier Stämme der Wirbelthiere, Gliedfüßer, Weichthiere und Sternthiere mit Bestimmtheit einen gemeinsamen Ursprung aus verschiedenen Zweigen des einheitlichen Würmerstammes annehmen, können wir doch über die Abstammung der Pflanzenthiere von den Würmern noch sehr in Zweifel bleiben, weil eben die niedersten Formen der letzteren, aus denen die ersten Pflanzenthiere entsprungen sein müßten, nur ganz indifferente und vielleicht ganz selbstständig entstandene Urwürmer gewesen sein können. Ich werde diesem genealogischen

Bedenken in der nachfolgenden Entwickelung des thierischen Stammbaums dadurch einen berechtigten Ausdruck geben, daß ich die Pflanzenthiere als eine eigene, von den übrigen Thierstämmen entferntere Gruppe voranstelle, und auf diese erst die Würmer folgen lasse, aus denen sich die vier höheren Stämme des Thierreichs entwickelt haben.

Bevor ich nun diese Aufgabe in Angriff nehme und Ihnen meine genealogische Hypothese von der historischen Entwickelung der Thierstämme näher erläutere, wird es zweckmäßig sein, wie wir schon vorher beim Pflanzenreiche gethan haben, das ganze „natürliche System" des Thierreichs in einer Tabelle übersichtlich zusammen zu stellen, und die Hauptklassen und Klassen zu nennen, welche wir in jedem der sechs großen Thierstämme unterscheiden. Die Zahl dieser obersten Hauptabtheilungen ist im Thierreiche viel größer als im Pflanzenreiche, schon aus dem einfachen Grunde, weil der Thierkörper, entsprechend seiner viel mannichfaltigeren und vollkommneren Lebensthätigkeit, sich in viel mehr verschiedenen Richtungen differenziren und vervollkommnen konnte. Während wir daher das ganze Pflanzenreich in sechs Hauptklassen und achtzehn Klassen eintheilen konnten, müssen wir im Thierreich wenigstens sechszehn Hauptklassen und zwei und dreißig Klassen unterscheiden. Diese vertheilen sich in der Art, wie es die vorstehende systematische Ueberſicht zeigt, auf die sechs verschiedenen Stämme des Thierreichs (S. 393).

Die Pflanzenthiere (Coelenterata), welche wir den übrigen fünf Stämmen des Thierreichs aus den angeführten Gründen gegenüberstellen, verdienen in mehr als einer Beziehung den Anfang zu machen. Denn abgesehen davon, daß dieselben in der That in ihrem gesammten Körperbau viel mehr von den übrigen fünf Stämmen verschieden sind, als diese unter sich, abgesehen ferner davon, daß auch ihre höchstentwickelten Formen nicht denjenigen Grad der Vollkommenheit und Differenzirung erreichen, wie die höchsten Formen der fünf anderen Stämme, schließen sich die Pflanzenthiere in mancher Hinsicht mehr den Pflanzen als den übrigen Thieren an. Insbesondere ist bei den fest gewachsenen Schwämmen und Korallen die äußere

Körperform, der Mangel freier Ortsbewegung, die Stockbildung und die Fortpflanzung so ähnlich den entsprechenden Verhältnissen bei den Pflanzen, daß man dieselben noch im Beginn des vorigen Jahrhunderts ganz allgemein für wirkliche Pflanzen hielt. Der alte Name Zoophyta, was wörtlich übersetzt „Pflanzenthiere" bedeutet, war daher gar nicht übel gewählt. Die Bezeichnung Coelenterata erhielten dieselben von Leuckart, welcher 1848 zuerst ihre eigenthümliche Organisation erkannte und sie als eine ganz selbstständige Hauptabtheilung des Thierreichs aufstellte. Durch die Bezeichnung Coelenterata wird der besondere anatomische Charakter ausgedrückt, durch welchen sich die Pflanzenthiere von allen übrigen Thieren unterscheiden. Bei den letzteren werden nämlich allgemein (nur die niedrigsten Formen ausgenommen) die vier verschiedenen Functionen der Ernährungsthätigkeit: Verdauung, Blutumlauf, Athmung und Ausscheidung durch vier ganz verschiedene Organsysteme bewerkstelligt, durch den Darm, das Blutgefäßsystem, die Athmungsorgane und die Harnapparate. Bei den Coelenteraten dagegen sind diese Functionen und ihre Organe noch nicht getrennt, und sie werden sämmtlich durch ein einziges System von Ernährungskanälen vertreten, durch das sogenannte Gastrovascularsystem oder den coelenterischen Darmgefäßapparat. Der Mund, welcher zugleich After ist, führt in einen Magen, in welchen die übrigen Hohlräume des Körpers offen einmünden. Alle Pflanzenthiere leben im Wasser, und die allermeisten im Meere. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser, nämlich die Süßwasserschwämme (Spongilla) und einige Urpolypen (Hydra, Cordylophora).

Der Stamm der Pflanzenthiere zerfällt in zwei verschiedene Hauptklassen, in die Schwämme oder Spongien und in die Nesselthiere oder Akalephen. Die letztere ist viel formenreicher und höher organisirt, als die erstere, welche die niederen Pflanzenthiere und darunter die ursprünglichen Stammformen des ganzen Stammes enthält. Bei den Schwämmen sind allgemein die ganze Körperform sowohl als die einzelnen Organe viel weniger differenzirt und vervollkommnet als bei den Nesselthieren. Insbesondere fehlen

den Schwämmen allgemein die charakteristischen Nesselorgane, welche sämmtliche Nesselthiere besitzen. Das sind kleine, mit Gift gefüllte Bläschen, welche in großer Anzahl, meist zu vielen Millionen, in der Haut der Nesselthiere vertheilt sind, und bei Berührung derselben hervortreten und ihren Inhalt entleeren. Kleinere Thiere werden dadurch getödtet; bei größeren bringt das Nesselgift, ganz ähnlich dem Gift unserer Brennnesseln, eine leichte Entzündung in der Haut hervor. Diejenigen von Ihnen, welche öfter in der See gebadet haben, werden dabei wohl schon bisweilen mit größeren Schirmquallen in Berührung gekommen sein und das unangenehme brennende Gefühl kennen gelernt haben, das die Nesselorgane derselben hervorbringen. Bei den prachtvollen blauen Seeblasen oder Physalien wirkt das Gift so heftig, daß es den Tod des Menschen zur Folge haben kann.

Die Hauptklasse der Schwämme (Spongiae oder Porifera genannt), welche gewöhnlich als eine einzige Klasse aufgefaßt wird, kann man in zwei Gruppen oder Unterklassen vertheilen, in die Weichschwämme und Hartschwämme. Die Weichschwämme (Malacospongiae) besitzen gar keine harten Theile, kein Skelet, und ihr ganzer Körper besteht entweder aus einfachem ungesondertem Urschleim, oder aus nackten, amöbenartigen Urzellen. Wir unterscheiden in dieser Klasse zwei Ordnungen: die Urschwämme und die Schleimschwämme. Unter den Urschwämmen (Archispongiae) verstehen wir die längst ausgestorbenen hypothetischen Stammformen, aus denen sich die ganze Schwammklasse und somit auch der ganze Stamm der Cölenteraten entwickelt hat. Es würden hierher gehören 1) die durch Urzeugung entstandenen Moneren, welche in ältester antelaurentischer Zeit dem ganzen Stamm den Ursprung gaben; 2) diejenigen Amöben oder einfachen nackten beweglichen Urzellen, welche aus diesen Moneren dadurch entstanden, daß sich im Inneren ein Kern von dem umgebenden Zellstoff differenzirte; 3) endlich die einfachsten vielzelligen Schwämme, welche sich aus den letzteren durch Coloniebildung entwickelten, d. h. dadurch, daß mehrere nackte Amoeben sich vereinigten und einen schleimigen Urschwammkörper darstellten (Prospongia).

Dadurch würden wir bereits unmittelbar zu der zweiten Ordnung geführt werden, den Schleimschwämmen (Myxospongiae), von denen noch heutzutage die Halisarca Dujardinii in der Nordsee lebt. Das ist ein formloser Schleimkörper, welcher auf dem Thallus der Riementange oder Laminarien festsitzend angetroffen wird. Er besteht einzig und allein aus einer Gesellschaft von gleichartigen, nackten, amöbenähnlichen Zellen, welche in der Weise vereinigt sind, daß der Gesammtkörper von einem sehr unvollkommenen Canalsystem durchzogen wird. Diese Schleimschwämme, welche eigentlich nichts weiter als coelenterische Amöbengemeinden sind, verhalten sich zu den höchst differenzirten Nesselthieren ähnlich, wie die Stämme der Australneger, die noch keine Arbeitstheilung kennen, zu den höchstorganisirten Culturstaaten.

Die zweite Hauptabtheilung der Schwämme, die Hartschwämme (Sceletospongiae), haben sich offenbar erst später aus den Schleimschwämmen entwickelt. Sie unterscheiden sich von diesen dadurch, daß die nackten Amöben, welche den Weichkörper des Schwammes zusammensetzen, ein Hartgebilde oder Skelet ausscheiden, das dem ersteren als formgebende innere Stütze dient. Je nach der verschiedenen chemischen Beschaffenheit dieses Skelets unterscheiden wir unter den Hartschwämmen vier Ordnungen: die Hornschwämme, Kieselschwämme, Kalkschwämme und Becherschwämme. Bei den Hornschwämmen (Ceratospongiae) besteht das Skelet bloß aus einer organischen Substanz, aus einer stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindung, welche Ihnen Allen als das faserige Maschengewebe des gewöhnlichen Badeschwammes (Euspongia officinalis) bekannt ist. Dieses hornähnliche Fasergerüst, mit welchem wir uns jeden Morgen waschen, ist das eigentliche Skelet des Badeschwamms; alle seine Lücken sind im Leben ausgekleidet und die ganze Masse überzogen von dem schleimigen Weichkörper, der aus lauter Amöben zusammengesetzt ist. Aus diesen Hornschwämmen, die zunächst von den Schleimschwämmen abstammen, haben sich wahrscheinlich späterhin als drei divergente Zweige die drei übrigen Ordnungen, Kieselschwämme, Kalkschwämme und Becherschwämme entwickelt. Bei den Kieselschwäm-

men (Silicispongiae), zu denen auch unsere Süßwasserschwämme (Spongilla) gehören, besteht das Skelet aus vielen einzelnen Kieselnadeln, bei den Kalkschwämmen (Calcispongiae) dagegen aus Kalknadeln. Bei den Becherschwämmen (Petrospongiae), welche schon längst ausgestorben sind, aber massenhaft versteinert in den paläolithischen und besonders in den mesolithischen Schichten vorkommen, bildete das Skelet ein sehr regelmäßiges Gerüst von der Gestalt eines Bechers, eines Trichters, oder auch eines Hutpilzes.

Die Nesselthiere (Acalephae), welche sich durch die höhere Differenzirung der Organe und Gewebe und ganz besonders durch den Besitz der Nesselorgane von den Schwämmen unterscheiden, haben sich wahrscheinlich schon frühzeitig in der Primordialzeit aus diesen entwickelt. Man theilt diese Hauptklasse allgemein in drei Klassen, in die Korallen, Schirmquallen und Kammquallen (Vergl. Gen. Morph. II, Taf. III, S. L—LXI).

Die Klasse der Korallen (Corallia), wegen der Blumengestalt der einzelnen Individuen auch Blumenthiere (Anthozoa) genannt, schließt sich in vielfacher Beziehung auf das engste an die Schwämme an, aus denen sie sich vielleicht unmittelbar entwickelt hat. Einige Kieselschwämme (z. B. Axinella polypoides) scheinen noch heutzutage unmittelbar den Uebergang zwischen beiden Klassen zu vermitteln. Die Gegenstücke oder Antimeren, d. h. die gleichartigen Hauptabschnitte des Körpers, welche strahlenförmig vertheilt, um die mittlere Hauptaxe des Körpers herumstehen, und deren Zahl bei den Schwämmen (wenn sie hier überhaupt differenzirt sind) schwankend ist, erscheinen bei den Korallen in verschiedener, aber sehr constanter Zahl. Je nach dieser Zahl unterscheiden wir unter den Korallen drei verschiedene Ordnungen, welche als drei Aeste einer gemeinsamen Stammform aufzufassen sind. Diese drei Ordnungen, deren Individuen oder Polypen aus je vier, sechs oder acht Gegenstücken regelmäßig zusammengesetzt erscheinen, sind die vierzähligen (Tetracorallia), die sechszähligen (Hexacorallia) und die achtzähligen Korallen (Octocorallia).

Systematische Uebersicht der fünf Klassen und fünfzehn Ordnungen der Pflanzenthiere.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. III, S. L—LXI.)

Hauptklassen der Pflanzenthiere	Klassen der Pflanzenthiere	Ordnungen der Pflanzenthiere	Systematischer Name der Ordnungen
I. Schwämme **Spongiae**	I. Weichschwämme *Malacospongiae*	1. Urschwämme	1. Archispongiae (Prospongia etc.)
		2. Schleimschwämme	2. Myxospongiae (Halisarca etc.)
	II. Hartschwämme *Sceletospongiae*	3. Hornschwämme	3. Ceratospongiae (Euspongia etc.)
		4. Kieselschwämme	4. Silicispongiae (Spongilla etc.)
		5. Kalkschwämme	5. Calcispongiae (Sycon etc.)
		6. Becherschwämme	6. Petrospongiae (Coeloptychium etc.)
II. Nesselthiere **Acalephae**	III. Korallen *Corallia* oder Blumenthiere *Anthozoa*	7. Vierzählige Korallen	7. Tetracorallia (Zaphrentis etc.)
		8. Achtzählige Korallen	8. Octocorallia (Gorgonia etc.)
		9. Sechszählige Korallen	9. Hexacorallia (Astraea etc.)
	IV. Schirmquallen *Medusae* oder Polypenquallen *Hydromedusae*	10. Urpolypen	10. Archydrae (Hydra etc.)
		11. Zartquallen	11. Leptomedusae (Oceania etc.)
		12. Starrquallen	12. Trachymedusae (Geryonia etc.)
		13. Scheibenquallen	13. Discomedusae (Aurelia etc.)
	V. Kammquallen *Ctenophora*	14. Weitmündige Kammquallen	14. Eurystoma (Beroe etc.)
		15. Engmündige Kammquallen	15. Stenostoma (Cydippe etc.)

Die zweite Klasse der Nesselthiere bilden die Schirmquallen (Medusae) oder Polypenquallen (Hydromedusae). Während die Korallen meistens pflanzenähnliche Stöcke bilden, die auf dem Meeresboden festsitzen, schwimmen die Schirmquallen meistens in Form gallertiger Glocken frei im Meere umher. Jedoch giebt es auch unter ihnen zahlreiche, namentlich niedere Formen, welche auf dem Meeresboden festgewachsen sind und zierlichen Bäumchen gleichen. Die niedersten und einfachsten Angehörigen dieser Klasse sind die bekannten Süßwasserpolypen (Hydra), welche bald grün, bald orangeroth, braun oder grau gefärbt sind. Gewöhnlich findet man sie in unseren Teichen an der Unterfläche der Wasserlinsen ansitzen, als länglich-runde schleimige Körperchen von einer oder wenigen Linien Länge, die an dem freien Ende einen Mund und rings um diesen herum einen Kranz von 6—8 Fangarmen tragen. Wir können sie als die wenig veränderten Nachkommen jener uralten Urpolypen (Archydrae) ansehen, welche während der Primordialzeit der ganzen Klasse der Hydromedusen und vielleicht der ganzen Hauptklasse der Nesselthiere den Ursprung gaben. Direkt oder indirekt können sich solche Hydrapolypen oder Hydroiden aus Weichschwämmen entwickelt haben. Von der Hydra kaum zu trennen sind diejenigen festsitzenden Hydroidpolypen (Campanularia, Sertularia, Tubularia), welche durch Knospenbildung frei schwimmende Medusen erzeugen, aus deren Eiern wiederum festsitzende Polypen entstehen. Diese frei schwimmenden Schirmquallen, welche in die drei Ordnungen der Zartquallen, Starrquallen und Scheibenquallen eingetheilt werden, haben meistens die Form eines Hutpilzes oder eines Regenschirms, von dessen Rand viele zarte und lange Fangfäden herabhängen. Sie gehören zu den schönsten und interessantesten Bewohnern des Meeres. Ihre merkwürdige Lebensgeschichte aber, insbesondere der verwickelte Generationswechsel der Polypen und Medusen, und die weitgehende Arbeitstheilung der Individuen, gehört zu den stärksten Zeugnissen für die Wahrheit der Abstammungslehre.

Aus einem Zweige der Schirmquallen hat sich wahrscheinlich die dritte Klasse der Nesselthiere, die eigenthümliche Abtheilung der Kammquallen (Ctenophora) entwickelt. Diese Quallen, welche oft auch Rippenquallen oder Gurkenquallen genannt werden, besitzen einen gurkenförmigen Körper, welcher, gleich dem Körper der meisten Schirmquallen, krystallhell und durchsichtig wie geschliffenes Glas ist. Ausgezeichnet sind die Kammquallen oder Rippenquallen durch ihre eigenthümlichen Bewegungsorgane, nämlich acht Reihen von rudernden Wimperblättchen, die wie acht Rippen von einem Ende der Längsaxe (vom Munde) zum entgegengesetzten Ende verlaufen. Von den beiden Hauptabtheilungen derselben haben sich die Engmündigen (Stenostoma) wohl erst später aus den Weitmündigen (Eurystoma) entwickelt. Diese letzteren stammen wahrscheinlich direkt von Schirmquallen ab.

Indem wir nun den Stamm der Pflanzenthiere verlassen, wenden wir uns zu demjenigen Stamme des Thierreichs, welcher in genealogischer Beziehung die meisten Schwierigkeiten darbietet. Das ist das Phylum der Würmer (Vermes oder Helminthes). Wie schon vorher bemerkt, sind diese Schwierigkeiten höchst wahrscheinlich zum größten Theil dadurch bedingt, daß dieser Stamm die gemeinsame Ausgangsgruppe des ganzen Thierreichs ist, und daß er eine Masse von divergenten Aesten enthält, die sich theils zu ganz selbstständigen Würmerklassen entwickelt, theils aber in die ursprünglichen Wurzelformen der übrigen Stämme des Thierreichs umgebildet haben. Jeden der fünf übrigen Stämme konnten wir uns bildlich als einen hochstämmigen Baum vorstellen, dessen Stamm uns in seiner Verzweigung die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien u. s. w. repräsentirt. Das Phylum der Würmer dagegen können wir nicht in einem solchen Bilde darstellen. Vielmehr würden wir uns dasselbe als einen niedrigen Busch oder Strauch zu denken haben, aus dessen Wurzel eine Masse von selbstständigen Zweigen nach verschiedenen Richtungen hin emporschießen. Und wenn man annimmt, daß das ganze Thierreich in dem Würmerstamm seine gemeinsame Wurzel

hat, so würden die fünf übrigen Phylen als fünf einzelne Bäume zu denken sein, die aus jenem dichten Busche sich erheben, nur an der Wurzel unter einander und mit den zahlreichen Wurzelschößlingen (den Wurmklassen) zusammenhängend.

Die außerordentlichen Schwierigkeiten, welche die Systematik der Würmer schon aus diesem Grunde darbietet, werden nun aber dadurch noch sehr gesteigert, daß wir fast gar keine versteinerten Reste von ihnen besitzen. Die allermeisten Würmer besaßen und besitzen noch heute einen so weichen Leib, daß sie keine Spuren in den neptunischen Erdschichten hinterlassen konnten. Auch die wenigen fossilen Reste von härteren Theilen, die wir von einigen Würmern besitzen, sind meistens so wenig charakteristisch, daß sie wenig mehr als die vormalige Existenz von jetzt ausgestorbenen Würmern anzeigen. Wir sind daher auch hier wieder vorzugsweise auf die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, wenn wir den äußerst schwierigen Versuch unternehmen wollen, in das Dunkel des Würmerstammbaums einige hypothetische Streiflichter fallen zu lassen (Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII—LXXXV).

Die zahlreichen Klassen, welche man im Stamme der Würmer unterscheiden kann, und welche fast jeder Zoologe in anderer Weise nach seinen subjektiven Anschauungen gruppirt, werden vielleicht am besten dadurch übersichtlich, daß man dieselben auf vier verschiedene Hauptklassen vertheilt. Diese wollen wir als Urwürmer, Weichwürmer, Sackwürmer und Gliedwürmer bezeichnen. Die Urwürmer enthalten, falls unsere einstämmige Descendenzhypothese richtig ist, jedenfalls die gemeinsamen Wurzelformen der übrigen Würmer, und wahrscheinlich des ganzen Thierreichs. Die Weichwürmer würden zum größten Theil selbstständige Wurmgruppen umfassen, die sich nicht zu höheren Thierstämmen entwickelt haben. Dagegen würden zu den Sackwürmern die Stammformen der Weichthiere und Wirbelthiere, zu den Gliedwürmern die Stammformen der Sternthiere und Gliedfüßer gehören. Die vier Hauptklassen der Würmer kann man in nachstehende 22 Ordnungen eintheilen.

Systematische Uebersicht der 4 Hauptklassen, 8 Klassen und 22 Ordnungen des Würmerstammes.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII—LXXXV.)

Hauptklassen des Würmerstammes	Klassen des Würmerstammes	Ordnungen des Würmerstammes	Systematischer Name der Würmerordnungen
I. Urwürmer **Archelminthes**	1. Infusionsthiere *Infusoria*	1. Urinfusorien	1. Archezoa
		2. Wimperinfusorien	2. Ciliata
		3. Starrinfusorien	3. Acinetae
II. Weichwürmer **Scolecida**	2. Plattwürmer *Platyelminthes*	4. Strudelwürmer	4. Turbellaria
		5. Saugwürmer	5. Trematoda
		6. Bandwürmer	6. Cestoda
		7. Egel	7. Hirudinea
		8. Krallenwürmer	8. Onychophora
		9. Schnurwürmer	9. Nemertina
	3. Rundwürmer *Nematelminthes*	10. Pfeilwürmer	10. Chaetognathi
		11. Fadenwürmer	11. Nematoda
		12. Kratzwürmer	12. Acanthocephala
III. Sackwürmer **Himatega**	4. Mosthiere *Bryozoa*	13. Mosthiere ohne Kragen	13. Gymnolaema
		14. Mosthiere mit Kragen	14. Phylactolaema
	5. Mantelthiere *Tunicata*	15. Seescheiden	15. Chthonascidiae
		16. Seetonnen	16. Nectascidiae
IV. Gliedwürmer **Colelminthes**	6. Sternwürmer *Gephyrea*	17. Borstenlose Sternwürmer	17. Sipunculida
		18. Borstentragende Sternwürmer	18. Echiurida
	7. Ringelwürmer *Annelida*	19. Kahlwürmer	19. Drilomorpha
		20. Borstenwürmer	20. Chaetopoda
		21. Bärwürmer	21. Arctisca
	8. Räderwürmer *Rotatoria*	22. Räderthiere	22. Rotifera

In der Hauptklasse der Urwürmer (Archelminthes) vereinigen wir diejenigen Thiere, welche jetzt gewöhnlich Infusionsthiere (Infusoria) im engeren Sinne genannt werden, mit denjenigen niedersten Wurzelformen des Stammes, aus denen sich die letzteren erst entwickelt haben können. Diese hypothetischen Wurzelformen würden wir den eigentlichen Infusorien (Ciliaten und Acineten) unter dem Namen der Urinfusorien oder Urahnthiere (Archezoa) gegenüberstellen können. Als solche Archezoen, die also möglicherweise die ältesten gemeinsamen Ursprungsformen des ganzen Thierreichs sind, wären zu betrachten: 1) die durch Urzeugung entstandenen Moneren, welche in der ältesten antelaurentischen Zeit den Grund zum Thierreich, und zunächst zum Würmerstamm legten; 2) diejenigen Amöben, d. h. diejenigen ganz einfachen, nackten, beweglichen Urzellen, die sich aus jenen Moneren durch Differenzirung des centralen Kerns und des peripherischen Plasma entwickelten; 3) die einfachsten vielzelligen Würmer, welche dadurch entstanden, daß mehrere von jenen Amöben sich zur Bildung einer Colonie vereinigten, und nun durch Arbeitstheilung weiter entwickelten. An diese letzteren würden sich die echten Infusorien unmittelbar anschließen. Möglicherweise leben noch heutzutage einige niederste Organismen, welche wahre Archezoen sind, nämlich gewisse Amoeben und die schmarotzenden Gregarinen. Vorsichtiger ist es aber jedenfalls, diese vorläufig als Protisten anzusehen, da uns ihre Abstammung unbekannt ist.

Als Infusionsthiere (Infusoria) im engeren Sinne werden heutzutage gewöhnlich nur die beiden Abtheilungen der Wimperinfusorien (Ciliata) und der Starrinfusorien (Acinetae) bezeichnet. Die meisten hierher gehörigen Thiere sind so klein, daß man sie mit bloßem Auge nicht sehen, und erst mit Hülfe starker Vergrößerungen ihre eigentliche Organisation erkennen kann. Gleich den meisten Protisten ersetzen sie aber durch Masse der Individuen, was ihnen an Körpergröße abgeht, und bevölkern das Meer und die süßen Gewässer in erstaunlichen Mengen. Vorzüglich gilt das von den Wimperinfusorien, welche die Hauptmasse der heutigen Infusionsthiere

bilden. Ihren Namen führt diese ganze Gruppe von dem charakteristischen Wimperkleid, welches den ganzen Körper oder einen Theil desselben bedeckt, und mittelst dessen sie sich lebhaft umherbewegen. Die Starrinfusorien dagegen sind wimperlos und sitzen unbeweglich fest; nur in frühester Jugend schwimmen sie mittelst eines vergänglichen Wimperkleides frei umher und sind dann von den Wimperthieren nicht zu unterscheiden. Unter den Wimperthieren schließen sich einige Formen unmittelbar an die frühesten Jugendzustände der Pflanzenthiere, andere an diejenigen der übrigen Würmer, der Sternthiere und der Weichthiere an. Einige Wimperthiere bilden den Uebergang zu den Strudelwürmern, andere zu den Räderthieren, noch andere zu verschiedenen anderen Würmergruppen. In allen diesen Verhältnissen zusammengenommen finden wir genügenden Grund, die bewimperten Infusorien (natürlich nicht die jetzt lebenden, sondern längst ausgestorbene Formen) als diejenigen Urwürmer zu betrachten, aus denen sich die übrigen Thierstämme direct oder indirect entwickelt haben.

Zunächst an die Urwürmer schließt sich von den übrigen Würmern die zweite Hauptklasse an, die Weichwürmer (Scolecida). Wir verstehen darunter die beiden tiefstehenden Klassen der Plattwürmer oder Platyelminthen und der Rundwürmer oder Nematelminthen. Die Klasse der Plattwürmer (Platyelminthes) führt ihren Namen von der blattförmigen Körpergestalt, die vom Rücken nach der Bauchseite stark zusammengedrückt ist. Die wahrscheinlichen Stammformen der ganzen Klasse sind die Strudelwürmer (Turbellaria), welche sich sowohl durch ihr Wimperkleid als durch ihre innere Organisation unmittelbar an die bewimperten Urwürmer oder Ciliaten anschließen. Aus den frei im Wasser lebenden Strudelwürmern sind durch Anpassung an parasitische Lebensweise die schmarotzenden Saugwürmer (Trematoda) entstanden, und aus diesen durch weiter gehenden Parasitismus die Bandwürmer (Cestoda). Andrerseits haben sich vielleicht aus den Saugwürmern die Egel (Hirudinea) entwickelt, zu denen unser gewöhnlicher Blutegel gehört. Diesen vielleicht

verwandt sind die Krallenwürmer (Onychophora). Als ein besonderer Zweig ist aus den Strudelwürmern die nahverwandte Gruppe der langen Schnurwürmer (Nemertina) hervorgegangen, welche größtentheils im Meere leben und wahrscheinlich die Stammeltern der Ringelwürmer sind.

Die Rundwürmer (Nematelminthes), die zweite Klasse der Weichwürmer, unterscheidet sich von der ersten Klasse, den Plattwürmern, durch ihre drehrunde oder cylindrische, nicht plattgedrückte Körpergestalt. Gleich vielen Plattwürmern sind auch die meisten Rundwürmer Schmarotzer, welche im Inneren anderer Thiere parasitisch leben. Frei im Meere lebend findet sich die eigenthümliche Gruppe der Pfeilwürmer (Chaetognathi oder Sagittae). Aus Rundwürmern, welche diesen wahrscheinlich sehr nahe standen, haben sich durch Anpassung an parasitische Lebensweise die Fadenwürmer (Nematoda) entwickelt, zu denen unter anderen die gemeinen Spulwürmer, die berühmten Trichinen, Medinawürmer und viele andere Schmarotzer des Menschen gehören. Noch weiter entartete Parasiten dieser Klasse sind die mit einem Hakenrüssel versehenen Kratzwürmer (Acanthocephala oder Echinorhynchi). Wahrscheinlich ist die gemeinsame Stammform aller dieser Rundwürmer ein unbekannter Wurm, welcher sich aus einem Zweige der Plattwürmer entwickelt hat.

Eine ganz eigenthümliche und sehr merkwürdige Astgruppe des Würmerstammes bildet die dritte Hauptklasse, die Sackwürmer (Himatega). Wir fassen unter dieser Bezeichnung die beiden Klassen der Mosthiere oder Bryozoen und der Mantelthiere oder Tunikaten zusammen. Bisher stellte man diese beiden Thierklassen im zoologischen Systeme gewöhnlich zu dem Stamme der Weichthiere oder Mollusken und setzte sie hier den echten Weichthieren (Muscheln, Schnecken u. s. w.) als Weichthierartige (Molluscoida) gegenüber. Diese Auffassung läßt sich dadurch rechtfertigen, daß allerdings die echten Weichthiere wahrscheinlich von denselben abstammen, und zwar von den Mosthieren. Allein andrerseits erscheinen die Mantelthiere näher mit den Wirbelthieren verwandt, und aus diesem Grunde

dürfte es wohl das Beste sein, beide Klassen wieder in die vielgestaltige Würmergruppe zurückzustellen, und als verbindende Zwischenformen zwischen den niederen Würmern einerseits und den Mollusken und Wirbelthieren andrerseits aufzufassen. So wenig es passend sein würde, die Mantelthiere auf Grund ihrer offenbaren Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren gradezu im System zu vereinigen, so wenig vortheilhaft ist es auch für die systematische Auffassung, wenn man die Mosthiere mit den echten Weichthieren vereinigt. Wie die beiden Klassen der Sackwürmer übrigens eigentlich untereinander mit den niederen Würmern zusammenhängen, ist uns heutzutage noch sehr unklar, obwohl an ihrer Abstammung von niederen Würmern (entweder von Weichwürmern oder direct von Urwürmern) nicht zu zweifeln ist.

Die Klasse der Mosthiere (Bryozoa) enthält sehr kleine, zierliche Würmer, welche in Form mosähnlicher Bäumchen oder Polster auf Steinen und anderen Gegenständen im Meere (selten im süßen Wasser) festsitzen. Früher wurden dieselben gewöhnlich zu den Pflanzenthieren gerechnet, und in der That sind sie manchen von diesen sehr ähnlich. Insbesondere gleichen sie den Hydroidpolypen durch ihre äußere Form, durch einen Fühlerkranz, welcher den Mund umgiebt, und durch die Art und Weise, in welcher zahlreiche Individuen zu baumförmigen und rindenförmigen Colonien vereinigt leben. Allein durch ihre innere Organisation sind die Mosthiere ganz von den Pflanzenthieren verschieden und schließen sich vielmehr einerseits den niederen Würmern, andrerseits den niedersten Weichthieren, den Spiralkiemern oder Spirobranchien an. Namentlich sind die Jugendformen der letzteren den Mosthieren sehr ähnlich, und hierauf vorzüglich, sowie auch auf ihre anatomische Verwandtschaft gründet sich die Vermuthung, daß die Mosthiere nächste Verwandte derjenigen ausgestorbenen Würmer sind, aus denen sich der Stamm der Mollusken, und zwar zunächst die Armkiemer, entwickelten. Von den beiden Hauptabtheilungen der Mosthiere stehen die höheren, diejenigen mit einem Kragen (Phylactolaema), den Armkiemern näher, als die niederen Mosthiere, ohne Kragen (Gymnolaema).

In ganz ähnlicher Beziehung wie die Mosthiere zu den Weichthieren, steht die zweite Klasse der Sackwürmer, die **Mantelthiere** (Tunicata), zu den Wirbelthieren. Diese höchst merkwürdige Thierklasse lebt im Meere, wo die einen (die Seescheiden oder Chthonascidien) auf dem Boden festsitzen, die anderen (die Seetonnen oder Nektascidien) frei umherschwimmen. Bei allen besitzt der ungegliederte Körper die Gestalt eines einfachen tonnenförmigen Sackes, welcher von einem dicken knorpelähnlichen Mantel eng umschlossen ist. Dieser Mantel besteht aus derselben stickstofflosen Kohlenstoffverbindung, welche im Pflanzenreich als „Cellulose" eine so große Rolle spielt und den größten Theil der pflanzlichen Zellmembranen und somit auch des Holzes bildet. Gewöhnlich besitzt der tonnenförmige Körper keinerlei äußere Anhänge. Niemand würde darin irgend eine Spur von Verwandtschaft mit den hoch differenzirten Wirbelthieren erkennen. Und doch kann diese nicht mehr zweifelhaft sein, seitdem vor zwei Jahren die Untersuchungen von **Kowalewsky** plötzlich darüber ein höchst überraschendes und merkwürdiges Licht verbreitet haben. Aus diesen hat sich nämlich ergeben, daß die individuelle Entwickelung der festsitzenden einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) in den wichtigsten Beziehungen mit derjenigen des niedersten Wirbelthieres, des Lanzetthieres (Amphioxus lanceolatus) übereinstimmt. Insbesondere besitzen die Jugendzustände der Ascidien die Anlage des **Rückenmarks** und des darunter gelegenen **Rückenstrangs** (Chorda dorsalis) d. h. die beiden wichtigsten und am meisten charakteristischen Organe des Wirbelthierkörpers. Unter allen uns bekannten wirbellosen Thieren besitzen demnach **die Mantelthiere zweifelsohne die nächste Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren**, und sind als nächste Verwandte derjenigen Würmer zu betrachten, aus denen sich dieser letztere Stamm entwickelt hat.

Die vierte und letzte Hauptklasse des Würmerstammes, die der **Gliedwürmer** (Colelminthes) zeichnet sich vor den drei übrigen Klassen durch die deutliche Gliederung des Körpers aus, d. h. durch die Zusammensetzung desselben aus mehreren, in der Längsaxe hinter

einander gelegenen Abschnitten, den Gliedern, Segmenten oder Folgestücken (Metameren). Wir unterscheiden in dieser Hauptklasse die drei Klassen der Sternwürmer, Ringelwürmer und Räderthiere.

Die Sternwürmer (Gephyrea) sind langgestreckte, drehrunde oder walzenförmige Würmer, bei denen die Körpergliederung, äußerlich wenigstens, erst sehr undeutlich ausgesprochen ist. Sie leben alle auf dem Boden des Meeres, entweder im Sand oder Schlamm vergraben, oder in Löchern, welche sie in die Felsen bohren. An sich sind die Sternwürmer von keinem besonderen Interesse, wohl aber dadurch, daß sie wahrscheinlich die nächsten Verwandten der Panzerwürmer oder Phraktelminthen sind, d. h. derjenigen gegliederten Würmer, aus denen sich der Stamm der Echinodermen entwickelt hat.

Die zweite Klasse der Gliedwürmer bildet die umfangreiche Abtheilung der Ringelwürmer (Annelida). Dahin gehören einerseits die nackten Regenwürmer und ihre Verwandten, welche wir als Kahlwürmer (Drilomorpha) zusammenfassen, andrerseits die mit Borsten bewaffneten Borstenwürmer (Chaetopoda), die im Meere frei umherkriechenden Raubwürmer (Vagantia), die in Röhren versteckten Röhrenwürmer (Tubicolae) und die frei schwimmenden Ruderwürmer (Gymnocopa). Endlich kann man als eine dritte Ordnung mit den Ringelwürmern auch die Bärwürmer (Arctisca) vereinigen, kleine im Mose, auf Baumrinden u. s. w. sehr häufige Würmer, welche wegen ihrer acht Beinstummel gewöhnlich (aber wohl mit Unrecht) zu den Spinnen gerechnet werden. Die meisten Ringelwürmer erreichen einen höheren Organisationsgrad als die übrigen Würmer, und entwickeln den eigentlichen Wurmtypus zu seiner höchsten Ausbildung. Viele schließen sich dadurch bereits unmittelbar an den Stamm der Gliedfüßer oder Arthropoden an, und es ist möglich, daß dieser wirklich von ausgestorbenen Ringelwürmern abstammt. Wahrscheinlicher jedoch ist es, daß er sich aus der dritten Klasse der Gliedwürmer, aus den Räderthieren entwickelt hat.

Die Räderthiere oder Räderwürmer (Rotatoria oder Rotifera) gehören zu denjenigen Klassen des Thierreichs, deren syste-

matische Stellung den Zoologen von jeher die größten Schwierigkeiten bereitet hat. Meist sind es ganz kleine, nur durch das Mikroskop erkennbare Thierchen, welche mittelst eines besonderen, wimpernden Räderorgans im Wasser umherschwimmen; selten sitzen sie festgewachsen auf Wasserpflanzen und dergleichen auf. Einerseits schließen sie sich durch ihre niedersten Formen unmittelbar den Weichwürmern und zwar den Strudelwürmern (in mancher Beziehung auch den Bärwürmern) an. Andrerseits bilden sie in ihren höchst entwickelten Formen bereits den Uebergang zu den Gliedfüßern (Arthropoda). Aller Wahrscheinlichkeit nach haben sich diese letzteren, und zwar zunächst krebsartige Thiere (Nauplius) aus Würmern entwickelt, welche von den heutigen Räderthieren im Systeme kaum zu trennen waren.

Indem wir nun aus der buntgemischten Gesellschaft des vielgestaltigen Würmerstammes heraustreten, wollen wir nach einander noch kurz die vier höheren Stämme des Thierreichs betrachten, die sich aus verschiedenen Zweigen des ersteren entwickelt haben, die Weichthiere, Sternthiere, Gliedfüßer und Wirbelthiere. Unzweifelhaft der tiefststehende von diesen Stämmen, wenigstens in Bezug auf die morphologische Ausbildung, ist der Stamm der Weichthiere (Mollusca). Nirgends begegnen wir hier der charakteristischen Gliederung (Artikulation oder Metamerenbildung) des Körpers, welche schon die Gliedwürmer auszeichnete, und welche bei den übrigen drei Stämmen, den Sternthieren, Gliedfüßern und Wirbelthieren, die wesentlichste Ursache der höheren Formentwickelung, Differenzirung und Vervollkommnung wird. Vielmehr stellt bei allen Weichthieren, bei allen Muscheln, Schnecken u. s. w. der ganze Körper einen einfachen ungegliederten Sack dar, in dessen Höhle die Eingeweide liegen. Das Nervensystem besteht aus mehreren einzelnen (gewöhnlich drei), nur locker mit einander verbundenen Knotenpaaren, und nicht aus einem gegliederten Strang, wie bei den Sternthieren, Gliedfüßern und Wirbelthieren. Aus diesen und vielen anderen anatomischen Gründen halte ich den Weichthierstamm (trotz der höheren physiologischen Aus-

bildung seiner vollkommensten Formen) für den morphologisch niedersten unter den vier höheren Thierstämmen.

Wenn wir die Himategen oder Molluscoiden, die gewöhnlich mit dem Weichthierstamm vereinigt werden, aus den angeführten Gründen ausschließen, so behalten wir als echte Mollusken folgende vier Klassen: die Spiralkiemer, Blattkiemer, Schnecken und Pulpen. Die beiden niederen Molluskenklassen, Spiralkiemer und Blattkiemer, besitzen weder Kopf noch Zähne, und man kann sie daher als Kopflose (Acephala) oder Zahnlose (Anodontoda) in einer Hauptklasse vereinigen. Diese Hauptklasse wird auch häufig als die der Muscheln (Conchifera) oder Zweiklappigen (Bivalva) bezeichnet, weil alle Mitglieder derselben eine zweiklappige Kalkschale besitzen. Den Muscheln oder Kopflosen gegenüber kann man die beiden höheren Weichthierklassen, Schnecken und Pulpen, als Kopfträger (Eucephala) oder Zahnträger (Odontophora) in einer zweiten Hauptklasse zusammenfassen, weil sowohl Kopf als Zähne bei ihnen ausgebildet sind.

Bei der großen Mehrzahl der Weichthiere ist der weiche sackförmige Körper von einer Kalkschale oder einem Kalkgehäuse geschützt, welches bei den Muscheln (sowohl Spiralkiemern als Blattkiemern) aus zwei Klappen, bei den Kopfträgern dagegen (Schnecken und Pulpen) aus einer meist gewundenen Röhre (dem sogenannten „Schneckenhaus") besteht. Trotzdem diese harten Skelete massenhaft in allen neptunischen Schichten sich versteinert finden, sagen uns dieselben dennoch nur sehr wenig über die geschichtliche Entwickelung des Stammes aus. Denn diese fällt größtentheils in die Primordialzeit. Selbst schon in den silurischen Schichten finden wir alle vier Klassen der Weichthiere neben einander versteinert vor, und dies beweist deutlich, in Uebereinstimmung mit vielen anderen Zeugnissen, daß der Weichthierstamm damals schon eine mächtige Ausbildung erreicht hatte, als die höheren Stämme, namentlich Gliedfüßer und Wirbelthiere, kaum über den Beginn ihrer historischen Entwickelung hinaus waren. In den darauf folgenden Zeitaltern, besonders zunächst im primären und weiterhin im secundären

Zeitraum, dehnten sich diese höheren Stämme mehr und mehr auf Kosten der Mollusken und Würmer aus, welche ihnen im Kampfe um das Dasein nicht gewachsen waren, und dem entsprechend mehr und mehr abnahmen. Die jetzt noch lebenden Weichthiere und Würmer sind nur als ein verhältnißmäßig schwacher Rest von der mächtigen Fauna zu betrachten, welche in primordialer und primärer Zeit über die anderen Stämme ganz überwiegend herrschte. (Vergl. Taf. III und IV nebst Erklärung).

In keinem Thierstamm zeigt sich deutlicher, als in dem der Mollusken, wie verschieden der Werth ist, welchen die Versteinerungen für die Geologie und für die Phylogenie besitzen. Für die Geologie sind die verschiedenen Arten der versteinerten Weichthierschalen von der größten Bedeutung, weil dieselben als „Leitmuscheln" vortreffliche Dienste zur Charakteristik der verschiedenen Schichtengruppen und ihres relativen Alters leisten. Für die Genealogie der Mollusken dagegen besitzen sie nur sehr geringen Werth, weil sie einerseits Körpertheile von ganz untergeordneter morphologischer Bedeutung sind, und weil andererseits die eigentliche Entwickelung des Stammes in die ältere Primordialzeit fällt, aus welcher uns keine deutlichen Versteinerungen erhalten sind. Wenn wir daher den Stammbaum der Mollusken construiren wollen, so sind wir vorzugsweise auf die Urkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, aus denen sich etwa Folgendes ergiebt. (Gen. Morph. II, Taf. VI, S. CII bis CXVI).

Von den vier uns bekannten Klassen der echten Weichthiere stehen auf der niedersten Stufe die in der Tiefe des Meeres festgewachsenen Spiralkiemer (Spirobranchia), ft auch unpassend als Armfüßer (Brachiopoda) bezeichnet. Von dieser Klasse leben gegenwärtig nur noch wenige Formen, einige Arten von Lingula, Terebratula und Verwandte; schwache Ueberbleibsel von der mächtigen und formenreichen Gruppe, welche die Spiralkiemer in älteren Zeiten der Erdgeschichte darstellten. In der Silurzeit bildeten sie die Hauptmasse des ganzen Weichthierstammes. Aus der Uebereinstimmung

ihrer Jugendzustände mit denjenigen der Mosthiere schließen wir, daß sie sich aus dieser Klasse der Sackwürmer entwickelt haben.

Die zweite Weichthierklasse, die Blattkiemer (Elatobranchia oder Lamellibranchia) besitzen gleich den Spiralkiemern eine zweiklappige Schale. Es gehören hierher die meisten jetzt lebenden Muschelthiere des Meeres und die wenigen Muscheln unserer süßen Gewässer (Unio, Anodonta, Cyclas). Obwohl noch ohne Kopf und Gebiß, gleich den Spiralkiemern, sind sie doch im Uebrigen höher als diese organisirt und haben sich wahrscheinlich erst später aus einem Zweige jener Klasse entwickelt.

Von den kopftragenden Weichthieren stehen den kopflosen Muscheln am nächsten die Schnecken (Cochlides oder Cephalophora), von denen wiederum die große Mehrzahl im Meere lebt, nur wenige im süßen Wasser, oder luftathmend auf dem Lande. Durch die Stummelköpfe (Perocephala) sind die höher entwickelten Kopfschnecken (Delocephala) unmittelbar mit den Blattkiemern verbunden, von denen sie sich wahrscheinlich schon in früher Primordialzeit abgezweigt haben.

Die vierte und letzte, und zugleich die höchst entwickelte Klasse der Mollusken bilden die Pulpen, auch Tintenfische oder Kopffüßer genannt (Cephalopoda). Die Pulpen, welche noch jetzt in unseren Meeren leben, die Sepien, Kalmare, Argonautenboote und Perlboote, sind gleich den wenigen Spiralkiemern der Gegenwart nur dürftige Reste von der formenreichen Schaar, welche diese Klasse in den Meeren der primordialen, primären und secundären Zeit bildete. Die zahlreichen versteinerten Ammonshörner (Ammonites), Perlboote (Nautilida) und Donnerkeile (Belemnites) legen noch heutzutage von jenem längst erloschenen Glanze des Stammes Zeugniß ab. Wahrscheinlich haben sich die Pulpen aus einem niederen Zweige der Schneckenklasse, aus den Flügelschnecken (Pteropoden) oder Verwandten derselben entwickelt.

Die verschiedenen Unterklassen, Legionen und Ordnungen, welche man in den vier Molluskenklassen unterscheidet, und deren systemati-

Systematische Uebersicht der 4 Klassen, 8 Unterklassen und 17 Ordnungen der Weichthiere.

Klassen der Weichthiere	Unterklassen der Weichthiere	Ordnungen der Weichthiere	Systematischer Name der Ordnungen
I. Weichthiere ohne Kopf und ohne Zähne: Acephala oder Anodontoda.			
I. Spiralkiemer Spirobranchia oder Brachiopoda	I. Armfüßer *Brachiopoda*	1. Zungenmuscheln 2. Angelmuscheln	1. Ecardines 2. Testicardines
	II. Rudistenmuscheln *Rudista*	3. Bockshornmuscheln	3. Endocardines
II. Blattkiemer Elatobranchia oder Lamellibranchia	III. Beilfüßer *Pelecypoda*	4. Mantelmuscheln 5. Buchtmuscheln	4. Integripalliata 5. Sinupalliata
	IV. Röhrenmuscheln *Inclusa*	6. Bohrmuscheln	6. Pholadacea
II. Weichthiere mit Kopf und mit Zähnen: Eucephala oder Odontophora.			
III. Schnecken Cochlides	V. Stummelköpfe *Perocephala*	7. Schaufelschnecken 8. Flossenschnecken	7. Scaphopoda 8. Pteropoda
	VI. Kopfschnecken *Delocephala*	9. Hinterkiemer 10. Vorderkiemer 11. Kielschnecken 12. Käferschnecken 13. Lungenschnecken	9. Opisthobranchia 10. Prosobranchia 11. Heteropoda 12. Chitonida 13. Pulmonata
IV. Pulpen Cephalopoda	VII. Kammerpulpen (Vierkiemige) *Tetrabranchia*	14. Perlboote 15. Ammonsboote	14. Nautilida 15. Ammonitida
	VIII. Tintenpulpen (Zweikiemige) *Dibranchia*	16. Zehnarmige 17. Achtarmige	16. Decabrachiones 17. Octobrachiones

sche Reihenfolge Ihnen die vorstehende Tabelle anführt, liefern in ihrer historischen und ihrer entsprechenden systematischen Entwickelung mannichfache Beweise für die Gültigkeit des Fortschrittsgesetzes. Da jedoch diese untergeordneten Molluskengruppen an sich weiter von keinem besonderen Interesse sind, verweise ich Sie auf den ausführlicheren Stammbaum der Weichthiere, welchen ich in meiner generellen Morphologie gegeben habe, und wende mich sogleich weiter zur Betrachtung des Sternthierstammes.

Die Sternthiere (Echinoderma), zu welchen die vier Klassen der Seesterne, Seelilien, Seeigel und Seewalzen gehören, sind eine der interessantesten, und dennoch eine der wenigst bekannten Abtheilungen des Thierreichs. Jeder von Ihnen, der einmal an der See war, wird wenigstens zwei Formen derselben, die Seesterne und Seeigel, gesehen haben. Wegen ihrer sehr eigenthümlichen Organisation sind die Sternthiere als ein ganz selbstständiger Stamm des Thierreichs zu betrachten, und namentlich gänzlich von den Pflanzenthieren oder Cölenteraten zu trennen, mit denen sie noch jetzt oft irrthümlich als Strahlthiere oder Radiaten zusammengefaßt werden (so z. B. von Agassiz, welcher auch diesen Irrthum Cuvier's neben manchen anderen noch heute vertheidigt). Eher als mit den Pflanzenthieren könnte man die Sternthiere mit den Würmern oder selbst mit den Gliedfüßern vereinigen.

Alle Echinodermen sind ausgezeichnet und zugleich von allen anderen Thieren verschieden durch einen sehr merkwürdigen Bewegungsapparat. Dieser besteht in einem verwickelten System von Canälen oder Röhren, die von außen mit Seewasser gefüllt werden. Das Seewasser wird in dieser Wasserleitung theils durch schlagende Wimperhaare, theils durch Zusammenziehungen der muskulösen Röhrenwände selbst, die Gummischläuchen vergleichbar sind, fortbewegt. Aus den Röhren wird das Wasser in sehr zahlreiche hohle Füßchen hinein gepreßt, welche dadurch prall ausgedehnt und nun zum Gehen und zum Ansaugen benutzt werden. Außerdem sind die Sternthiere auch durch eine eigenthümliche Verkalkung der Haut ausgezeichnet

welche bei den meisten zur Bildung eines festen, geschlossenen, aus vielen Platten zusammengesetzten Panzers führt. Bei fast allen Echinodermen ist der Körper aus fünf Strahltheilen (Gegenstücken oder Antimeren) zusammengesetzt, welche rings um die Hauptaxe des Körpers sternförmig herum stehen und sich in dieser Axe berühren. Nur bei einigen Seesternarten steigt die Zahl dieser Strahltheile über fünf hinaus, auf 6—9, 10—12, oder selbst 20—40; und in diesem Falle ist die Zahl der Strahltheile bei den verschiedenen Individuen der Species meist nicht beständig, sondern wechselnd.

Die geschichtliche Entwickelung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meist vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, durch ihre sehr merkwürdige individuelle Entwickelungsgeschichte und durch ihre interessante vergleichende Anatomie so vollständig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Thierstamme, selbst die Wirbelthiere vielleicht nicht ausgenommen, der Fall ist. Durch eine kritische Benutzung jener drei Archive und eine denkende Vergleichung ihrer Resultate gelangen wir zu folgender Genealogie der Sternthiere, die ich in meiner generellen Morphologie begründet habe (Gen. Morph. II, Taf. IV. S. LXII. — LXXVII).

Die älteste und ursprünglichste Gruppe der Sternthiere, die Stammform des ganzen Phylum, ist die Klasse der Seesterne (Asterida). Dafür spricht außer zahlreichen und wichtigen Beweisgründen der Anatomie und Entwickelungsgeschichte vor allen die hier noch unbeständige und wechselnde Zahl der Strahltheile oder Antimeren, welche bei allen übrigen Echinodermen ausnahmslos auf fünf fixirt ist. Jeder Seestern besteht aus einer mittleren kleinen Körperscheibe, an deren Umkreis in einer Ebene fünf oder mehr lange gegliederte Arme befestigt sind. Jeder Arm des Seesterns entspricht in seiner ganzen Organisation wesentlich einem gegliederten Wurme aus der Hauptklasse der Gliedwürmer oder Colelminthen. Ich betrachte daher den Seestern als einen echten Stock oder Cormus von fünf oder mehr gegliederten Würmern, welche mit dem einen Ende ihres Körpers verwachsen sind.

Hier haben sie sich eine gemeinschaftliche Mundöffnung und eine gemeinsame Verdauungshöhle (Magen) gebildet, die in der mittleren Körperscheibe liegen. Das verwachsene Ende, welches in die gemeinsame Mittelscheibe mündet, ist wahrscheinlich das Hinterende der ursprünglichen selbstständigen Würmer; denn das entgegengesetzte freie Ende trägt zusammengesetzte Augen, wie sie außerdem nur noch an dem Kopfe der Gliedfüßer (Arthropoden) vorkommen.

In ganz ähnlicher Weise sind auch bei den ungegliederten Würmern bisweilen mehrere Individuen zur Bildung eines sternförmigen Stockes vereinigt. Das ist namentlich bei den Botrylliden der Fall, zusammengesetzten Seescheiden oder Ascidien, welche zur Klasse der Mantelthiere (Tunicaten) gehören. Auch hier sind die einzelnen Würmer mit ihrem hinteren Ende, wie ein Rattenkönig, verwachsen, und haben sich hier eine gemeinsame Auswurfsöffnung, eine Centralkloake gebildet, während am vorderen Ende noch jeder Wurm seine eigene Mundöffnung besitzt. Bei den Seesternen würde die letztere im Laufe der historischen Stockentwickelung zugewachsen sein, während sich die Centralkloake zu einem gemeinsamen Mund für den ganzen Stock ausbildete.

Die Seesterne würden demnach Würmerstöcke sein, welche sich entweder durch sternförmige Knospenbildung oder durch sternförmige Verwachsung aus echten gegliederten Würmern oder Colelminthen entwickelt haben. Diese Hypothese wird auf das Stärkste durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie der gegliederten Seesterne (Colastra) und der gegliederten Würmer (Colelminthes) gestützt. Unter den letzteren stehen in Bezug auf den inneren Bau einerseits die Sternwürmer (Gephyrea), andrerseits die Ringelwürmer (Annelida) den einzelnen Armen oder Strahltheilen der Seesterne, d. h. den ursprünglichen Einzelwürmern, ganz nahe. Was aber das Wichtigste ist, aus den Eiern der Echinodermen entwickeln sich bewimperte Larven, welche nicht die geringste Aehnlichkeit mit den erwachsenen Sternthieren zeigen, dagegen den Larven gewisser Sternwürmer und mancher Ringelwürmer höchst ähnlich sind. Diese bilateral-sym-

metrischen Larven, welche keine Spur von der regulär-strahligen Sternform des erwachsenen Echinoderms besitzen, erzeugen das letztere durch einen höchst merkwürdigen Generationswechsel, welcher in dieser Weise nur noch bei einigen Sternwürmern (Sipunculiden) und Schnurwürmern (Nemertinen) vorkömmt (Gen. Morph. II, 95 — 99).

Alle diese und viele andere Gründe legen das deutlichste Zeugniß für die Richtigkeit meiner Hypothese ab. Ich habe diese Stammhypothese 1866 aufgestellt, ohne eine Ahnung davon zu haben, daß auch noch versteinerte Gliedwürmer existiren, welche vollkommen jenen hypothetisch vorausgesetzten Stammformen entsprechen. Solche sind aber inzwischen wirklich bekannt geworden. In einer Abhandlung „über ein Aequivalent der takonischen Schiefer Nordamerikas in Deutschland" beschrieben 1867 Geinitz und Liebe eine Anzahl von gegliederten silurischen Würmern, welche vollkommen den von mir gemachten Voraussetzungen entsprechen. Diese höchst merkwürdigen Würmer kommen in den Dachschiefern von Wurzbach im reussischen Oberlande zahlreich in vortrefflich erhaltenem Zustande vor. Sie haben ganz den Bau eines gegliederten Seesternarms, und müssen offenbar einen festen Hautpanzer, ein viel härteres und festeres Hautskelet besessen haben, als es sonst bei den Würmern vorkommt. Die Zahl der Körperglieder oder Metameren ist sehr beträchtlich, so daß die Würmer bei einer Breite von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll eine Länge von 2 — 3 Fuß und mehr erreichten. Die vortrefflich erhaltenen Abdrücke, namentlich von Phyllodocites thuringiacus und Crossopodia Henrici, gleichen so sehr den skeletirten Armen mancher gegliederten Seesterne (Colastra), daß ich an ihrer wirklichen Blutsverwandtschaft kaum mehr zweifle. Ich bezeichne diese uralte Würmergruppe, zu welcher höchstwahrscheinlich die Stammväter der Seesterne gehört haben, als Panzerwürmer (Phractelminthes). Wahrscheinlich standen sie in ihrer Organisation zwischen Sternwürmern (Gephyreen) und Ringelwürmern (Anneliden) in der Mitte.

Aus der Klasse der Seesterne, welche die ursprüngliche Form des sternförmigen Wurmstockes am getreuesten erhalten hat, haben sich die

Systematische Uebersicht der 4 Klassen, 9 Unterklassen und 20 Ordnungen der Sternthiere.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII—LXXVII).

Klassen der Sternthiere	Unterklassen der Sternthiere	Ordnungen der Sternthiere	Systematischer Name der Ordnungen
I. **Seesterne** **Asterida**	I. Seesterne mit Strahlenmagen *Actinogastra*	1. Stammsterne	1. Tocastra
		2. Gliedersterne	2. Colastra
		3. Brisingasterne	3. Brisingastra
	II. Seesterne mit Scheibenmagen *Discogastra*	4. Schlangensterne	4. Ophiastra
		5. Baumsterne	5. Phytastra
		6. Liliensterne	6. Crinastra
II. **Seelilien** **Crinoida**	III. Armlilien *Brachiata*	7. Getäfelte Armlilien	7. Phatnocrina
		8. Gegliederte Armlilien	8. Colocrina
	IV. Knospenlilien *Blastoidea*	9. Regelmäßige Knospenlilien	9. Elaeacrina
		10. Zweiseitige Knospenlilien	10. Eleutherocrina
	V. Blasenlilien *Cystidea*	11. Stiellose Blasenlilien	11. Agelacrina
		12. Gestielte Blasenlilien	12. Echinencrina
III. **Seeigel** **Echinida**	VI. Aeltere Seeigel (mit mehr als 20 Plattenreihen) *Palechinida*	13. Palechiniden mit mehr als 10 ambulakralen Plattenreihen	13. Melonitida
		14. Palechiniden mit 10 ambulakralen Plattenreihen	14. Eocidarida
	VII. Jüngere Seeigel (mit 20 Plattenreihen) *Autechinida*	15. Autechiniden mit Bandambulakren	15. Desmosticha
		16. Autechiniden mit Blattambulakren	16. Petalosticha
IV. **Seewalzen** **Holothuriae**	VIII. Seewalzen mit Wasserfüßchen *Eupodia*	17. Eupodien mit schildförmigen Fühlern	17. Aspidochirota
		18. Eupodien mit baumförmigen Fühlern	18. Dendrochirota
	IX. Seewalzen ohne Wasserfüßchen *Apodia*	19. Apodien mit Kiemen	19. Liodermatida
		20. Apodien ohne Kiemen	20. Synaptida

drei anderen Klassen der Echinodermen offenbar erst später entwickelt. Am wenigsten von ihnen entfernt haben sich die Seelilien (Crinoida), welche aber die freie Ortsbewegung der übrigen Sternthiere aufgegeben, sich festgesetzt, und dann einen mehr oder minder langen Stiel entwickelt haben. Die ursprünglichen Wurmindividuen sind zwar bei den Crinoiden nicht mehr so selbstständig und ausgebildet erhalten, wie bei den Seesternen; aber dennoch bilden sie stets mehr oder minder gegliederte, von der gemeinsamen Mittelscheibe abgesetzte Arme. Wir können daher die Seelilien mit den Seesternen zusammen in der Hauptklasse der Giederarmigen (Colobrachia) vereinigen.

In den beiden anderen Echinodermenklassen, bei den Seeigeln und Seewalzen, sind die gegliederten Arme nicht mehr als selbstständige Körpertheile erkennbar, vielmehr durch weitgehende Centralisation des Stockes vollkommen in der Bildung der gemeinsamen, aufgeblasenen Mittelscheibe aufgegangen, so daß diese jetzt als eine einfache armlose Büchse oder Kapsel erscheint. Der ursprüngliche Individuenstock ist scheinbar dadurch wieder zum Formwerth eines einfachen Individuums, einer einzelnen Person, herabgesunken. Wir können daher diese beiden Klassen als Armlose (Lipobrachia) den Gliederarmigen gegenübersetzen. Die erste Klasse derselben, die Seeigel (Echinida) führen ihren Namen von den zahlreichen, oft sehr großen Stacheln, welche die feste, aus Kalkplatten sehr künstlich zusammengesetzte Schale bedecken. Die Schale selbst hat die Grundform einer fünfseitigen Pyramide. Wahrscheinlich haben sich die Seeigel unmittelbar aus einem Zweige der Seesterne, vielleicht im Zusammenhang mit einem Zweige der Seelilien entwickelt. Die einzelnen Abtheilungen der Seeigel bestätigen in ihrer historischen Aufeinanderfolge ebenso wie die Ordnungen der Seelilien und Seesterne, welche Ihnen die nebenstehende Tabelle aufführt, in ausgezeichneter Weise die Gesetze des Fortschritts und der Differenzirung. In jeder jüngeren Periode der Erdgeschichte sehen wir die einzelnen Klassen an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen (Gen. Morph. II, Taf. IV).

Während uns die Geschichte dieser drei Sternthierklassen durch die zahlreichen und vortrefflich erhaltenen Versteinerungen sehr genau erzählt wird, wissen wir dagegen von der geschichtlichen Entwickelung der vierten Klasse, der Seewalzen (Holothuriae), fast Nichts. Die Skeletbildung der Haut ist hier sehr unvollkommen und daher konnten keine deutlichen Reste von ihrem langgestreckten walzenförmigen wurmähnlichen Körper in fossilem Zustande erhalten bleiben. Dagegen läßt sich aus der vergleichenden Anatomie der Holothurien erschließen, daß dieselben wahrscheinlich aus einer Abtheilung der Seeigel durch Erweichung des Hautskelets entstanden sind.

Von den Sternthieren wenden wir uns zu dem fünften und höchst entwickelten Stamm unter den wirbellosen Thieren, zu dem Phylum der Gliedfüßer (Arthropoda). Wie schon vorher bemerkt wurde, entspricht dieser Stamm der Klasse der Kerfe oder Insecten im ursprünglichen Sinne Linné's. Er enthält wiederum vier Klassen, nämlich 1. die echten sechsbeinigen Insecten; 2. die achtbeinigen Spinnen; 3. die mit zahlreichen Beinpaaren versehenen Tausendfüße und 4. die mit einer wechselnden Beinzahl versehenen Krebse oder Krustenthiere. Die letzte Klasse athmet Wasser durch Kiemen und kann daher als Hauptklasse der kiemenathmenden Arthropoden oder Kiemenkerfe (Carides) den drei ersten Klassen entgegengesetzt werden. Diese athmen Luft durch eigenthümliche Luftröhren oder Tracheen, und können daher passend in der Hauptklasse der tracheenathmenden Arthropoden oder Tracheenkerfe (Tracheata) vereinigt werden.

Bei allen Gliedfüßern sind, wie der Name sagt, die Beine deutlich gegliedert, und dadurch, sowie durch die stärkere Differenzirung der gegliederten Körperabschnitte oder Metameren unterscheiden sie sich wesentlich von den Würmern, mit denen sie Bär und Cuvier in dem Typus der Gliederthiere oder Articulaten vereinigten. Uebrigens stehen sie den Gliedwürmern (Colelminthes) in jeder Beziehung so nahe, daß sie kaum scharf von ihnen zu trennen sind. Insbesondere theilen sie mit den Ringelwürmern die sehr charakteristische Form des centralen Ner-

vensystems, das sogenannte Bauchmark, welches vorn mit einem den Mund umgebenden Schlundring beginnt. Auch aus anderen Thatsachen geht hervor, daß die Arthropoden sich jedenfalls aus Gliedwürmern erst später entwickelt haben. Wahrscheinlich sind die Räderthiere und demnächst die Ringelwürmer ihre nächsten Blutsverwandten im Würmerstamme (Gen. Morph. II., Taf. V., S. LXXXV — CII).

Der Stammbaum der Arthropoden läßt sich aus der Paläontologie, vergleichenden Anatomie und Ontogenie seiner vier Klassen in seinen Grundzügen vortrefflich erkennen, obwohl auch hier, wie überall, im Einzelnen noch sehr Vieles dunkel bleibt. Die Wurzel des ganzen Phylum bildet die Klasse der Kiemenkerfe oder Krebse (Carides), wegen ihrer harten krustenartigen Körperbedeckung auch Krustenthiere (Crustacea) genannt. Die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte der Krebse ist außerordentlich interessant, und verräth uns, ebenso wie bei den Wirbelthieren, deutlich die wesentlichen Grundzüge ihrer Stammesgeschichte oder Phylogenie. Fritz Müller hat in seiner ausgezeichneten, bereits angeführten Schrift „Für Darwin" [16]) dieses merkwürdige Verhältniß vortrefflich erläutert. Die gemeinschaftliche Stammform aller Krebse, welche sich bei den meisten noch heutzutage zunächst aus dem Ei entwickelt, ist ursprünglich ein und dieselbe: der sogenannte Nauplius. Dieser merkwürdige Urkrebs ist eine sehr einfache gegliederte Thierform, welche sich zunächst an die Räderthiere anschließt und aus ähnlichen Gliedwürmern wahrscheinlich ihren Ursprung genommen hat. Aus der gemeinsamen Larvenform des Nauplius entwickeln sich als divergente Zweige nach verschiedenen Richtungen hin die sechs Ordnungen der niederen Krebse, welche in der nachstehenden systematischen Uebersicht des Arthropodenstammes als Gliederkrebse (Entomostraca) zusammengefaßt sind. Auch die höhere Abtheilung der Panzerkrebse (Malacostraca) hat aus der gemeinsamen Naupliusform ihren Ursprung genommen. Jedoch hat sich hier der Nauplius zunächst in eine andere Larvenform, die sogenante Zoëa, umgewandelt, welche eine außerordentliche Bedeutung besitzt. Diese selt-

Systematische Uebersicht der 4 Klassen, 8 Unterklassen und 30 Ordnungen im Stamme der Gliedfüßer oder Arthropoden.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXXV–CII).

Klassen der Arthropoden	Unterklassen der Arthropoden	Ordnungen der Arthropodenklassen	Systematischer Name der Ordnungen
I. **Krebse oder Kiemenathmende Gliedfüßer** **Carides** oder **Crustacea**	I. Niedere oder Gliederkrebse *Entomostraca*	1. Urkrebse	1. Archicarida
		2. Haftkrebse	2. Pectostraca
		3. Muschelkrebse	3. Ostracoda
		4. Ruderkrebse	4. Copepoda
		5. Blattkrebse	5. Branchiopoda
		6. Schildkrebse	6. Poecilopoda
	II. Höhere oder Panzerkrebse *Malacostraca*	7. Zoëakrebse	7. Zoepoda
		8. Spaltfußkrebse	8. Schizopoda
		9. Maulfußkrebse	9. Stomatopoda
		10. Zehnfußkrebse	10. Decapoda
		11. Flohkrebse	11. Amphipoda
		12. Asselkrebse	12. Isopoda
II. **Spinnen** **Arachnida**	III. Streckspinnen *Arthrogastres*	13. Skorpionspinnen	13. Solifugae
		14. Taranteln	14. Phrynida
		15. Skorpione	15. Scorpioda
		16. Bücherskorpione	16. Pseudoscorpioda
		17. Schneiderspinnen	17. Opiliones
		18. Asselspinnen	18. Pycnogonida
	IV. Rundspinnen *Sphaerogastres*	19. Webespinnen	19. Araneae
		20. Milben	20. Acara
III. **Tausendfüßer** **Myriapoda**	V. Einfachfüßer *Chilopoda*	21. Platte Tausendfüßer	21. Chilopoda
	VI. Doppelfüßer *Diplopoda*	22. Runde Tausendfüßer	22. Diplopoda
IV. **Insecten oder Geflügelte Arthropoden** **Insecta** oder **Hexapoda**	VII. Kauende Insecten *Masticantia*	23. Urflügler	23. Archiptera
		24. Netzflügler	24. Neuroptera
		25. Gradflügler	25. Orthoptera
		26. Käfer	26. Coleoptera
		27. Hautflügler	27. Hymenoptera
	VIII. Saugende Insecten *Sugentia*	28. Halbflügler	28. Hemiptera
		29. Fliegen	29. Diptera
		30. Schmetterlinge	30. Lepidoptera

same Zoëa ist nämlich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht allein die gemeinsame Stammform für alle sechs beistehend verzeichneten Ordnungen der Malacostraca, sondern auch zugleich für die luftahmenden Tracheenkerfe, für die Spinnen, Tausendfüße und Insecten.

Diese letzteren sind jedenfalls erst im Anfang der paläolithischen Zeit, nach Abschluß des archolithischen Zeitraums entstanden, weil alle diese Thiere (im Gegensatz zu den meist wasserbewohnenden Krebsen) ursprünglich Landbewohner sind. Offenbar können sich diese Luftathmer erst entwickelt haben, als nach Verfluß der silurischen Zeit das Landleben begann. Da nun aber fossile Reste von Spinnen und Insecten bereits in den Steinkohlenschichten gefunden werden, so können wir ziemlich genau den Zeitpunkt ihrer Entstehung feststellen. Es muß die Entwickelung der ersten Tracheenkerfe aus kiemenathmenden Zoëakrebsen zwischen das Ende der Silurzeit und den Beginn der Steinkohlenzeit fallen, also entweder in die antedevonische oder in die devonische oder in die antecarbonische Periode.

Die gemeinschaftliche Ausgangsform der drei durch Tracheen athmenden Arthropodenklassen ist uns wahrscheinlich bis auf den heutigen Tag nur wenig verändert in einer merkwürdigen Spinnenform erhalten. Diese uralte Tracheatenform ist die Skorpionsspinne (Solifuga), von der mehrere große, wegen ihres giftigen Bisses sehr gefürchtete Arten noch heute im wärmeren Asien leben. Der Körper besteht hier, wie wir es bei dem gemeinsamen Stammvater der Tracheaten voraussetzen müssen, aus drei getrennten Abschnitten, einem Kopfe, welcher mehrere beinartige Kieferpaare trägt, einer Brust, an deren drei Ringen drei Beinpaare befestigt sind, und einem anhangslosen Hinterleib. Wahrscheinlich haben sich aus unbekannten devonischen Tracheaten, welche diesen Skorpionsspinnen oder Solifugen sehr nahe standen, als zwei divergente Aeste einerseits die echten Spinnen, andrerseits die Insecten entwickelt. Die Tausendfüßer sind entweder ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Insecten oder ein dritter Ast jener Stammform.

Die echten Spinnen (Arachnida) sind durch den Mangel der Flügel und durch vier Beinpaare von den Insecten unterschieden. Wie jedoch die Skorpionsspinnen und die Taranteln deutlich zeigen, sind eigentlich auch bei ihnen, wie bei den Insecten, nur drei echte Beinpaare vorhanden. Das scheinbare vierte Beinpaar der Spinnen (das vorderste) ist eigentlich ein Kieferfußpaar. Die Spinnenklasse zerfällt in zwei Unterklassen: Streckspinnen und Rundspinnen. Von diesen sind die Streckspinnen (Arthrogastres) die älteren und ursprünglichen Formen, bei denen sich die frühere Leibesgliederung besser erhalten hat. Es gehören dahin außer den schon genannten Skorpionsspinnen (Solifugae) und den Taranteln (Phrynida) die gefürchteten echten Skorpione (Scorpioda), die kleinen, in unseren Bibliotheken wohnenden Bücherskorpione (Pseudoscorpioda), die langbeinigen Schneiderspinnen (Opiliones) und die im Meere lebenden seltsamen Asselspinnen (Pycnogonida). Versteinerte Reste von Streckspinnen finden sich bereits in der Steinkohle. Dagegen kommt die zweite Unterklasse der Arachniden, die Rundspinnen (Sphaerogastres) versteinert zuerst im Jura, also sehr viel später vor. Sie haben sich aus einem Zweige der Streckspinnen dadurch entwickelt, daß die Leibesringe mehr oder weniger mit einander verschmolzen. Bei den eigentlichen Webespinnen (Araneae), welche wir wegen ihrer feinen Webekünste bewundern, geht die Verschmelzung der Rumpfglieder oder Metameren so weit, daß der Rumpf nur noch aus zwei Stücken besteht, einer Kopfbrust, welche die Kiefer und die vier Beinpaare trägt, und einem anhangslosen Hinterleib, an welchem die Spinnwarzen sitzen. Bei den Milben (Acara), welche wahrscheinlich aus einem verkümmerten Seitenzweige der Webespinnen durch Entartung (insbesondere durch Schmarotzerleben) entstanden sind, verschmelzen sogar noch diese beiden Rumpfstücke mit einander zu einer ungegliederten Masse.

Die Klasse der Tausendfüßer (Myriapoda), die kleinste und formenärmste unter den vier Arthropodenklassen, zeichnet sich durch den sehr verlängerten Leib aus, welcher einem gegliederten Ringel-

wurme sehr ähnlich ist und oft mehrere hundert Beinpaare trägt. Aber auch sie hat sich ursprünglich aus einer sechsbeinigen Tracheatenform entwickelt, wie die individuelle Entwickelung der Tausendfüßer im Eie deutlich beweist. Ihre Embryonen haben zuerst nur drei Beinpaare, gleich den echten Insecten, und erst später knospen Stück für Stück die folgenden Beinpaare aus den wuchernden Hinterleibsringen hervor. Von den beiden Ordnungen der Tausendfüßer (welche bei uns unter Baumrinden, im Mose u. s. w. leben), haben sich wahrscheinlich die runden Doppelfüßer (Diplopoda) erst später aus den älteren platten Einfachfüßern (Chilopoda) entwickelt. Von den letzteren finden sich fossile Reste zuerst im Jura vor.

Die dritte und letzte Klasse unter den tracheenathmenden Arthropoden ist die der Insecten (Insecta oder Hexapoda), die umfangreichste von allen Thierklassen, und nächst derjenigen der Säugethiere auch die wichtigste von allen. Trotzdem die Insecten eine größere Mannichfaltigkeit von Gattungen und Arten entwickeln, als die übrigen Thiere zusammengenommen, sind das alles doch im Grunde nur oberflächliche Variationen eines einzigen Themas, welches in seinen wesentlichen Charakteren sich ganz beständig erhält. Bei allen Insecten sind die drei Abschnitte des Rumpfes, Kopf, Brust und Hinterleib deutlich getrennt. Der Hinterleib oder das Abdomen trägt, wie bei den Spinnen, gar keine gegliederten Anhänge. Der mittlere Abschnitt, die Brust oder der Thorax trägt auf der Bauchseite die drei Beinpaare, auf der Rückenseite ursprünglich zwei Flügelpaare. Freilich sind bei sehr vielen Insecten eines oder beide Flügelpaare verkümmert, oder selbst ganz verschwunden. Allein die vergleichende Anatomie der Insecten zeigt uns deutlich, daß dieser Mangel erst nachträglich durch Verkümmerung der Flügel entstanden ist, und daß alle (oder doch die meisten) jetzt lebenden Insecten von einem gemeinsamen Stamminsect abstammen, welches drei Beinpaare und zwei Flügelpaare besaß (Vergl. S. 233). Diese Flügel, welche die Insecten so auffallend vor den übrigen Gliedfüßern auszeichnen, entstanden wahrscheinlich aus den Tracheenkie-

men, welche wir noch heute an den im Wasser lebenden Larven der Eintagsfliegen (Ephemera) beobachten.

Der Kopf der Insecten trägt allgemein außer den Augen ein Paar gegliederte Fühlhörner oder Antennen, und außerdem auf jeder Seite des Mundes drei Kiefer. Diese drei Kieferpaare, obgleich bei allen Insecten aus derselben ursprünglichen Grundlage entstanden, haben sich durch verschiedenartige Anpassung bei den verschiedenen Ordnungen zu höchst mannichfaltigen und merkwürdigen Formen umgebildet, so daß man sie hauptsächlich zur Unterscheidung und Charakteristik der Hauptabtheilungen der Klasse verwendet. Zunächst kann man als zwei Hauptabtheilungen Insecten mit kauenden Mundtheilen (Masticantia) und Insecten mit saugenden Mundwerkzeugen (Sugentia) unterscheiden. Bei genauerer Betrachtung kann man noch schärfer jede dieser beiden Abtheilungen in zwei Untergruppen vertheilen. Unter den Kauinsecten oder Masticantien können wir die beißenden und die leckenden unterscheiden. Zu den Beißenden (Mordentia) gehören die ältesten und ursprünglichsten Insecten, die vier Ordnungen der Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer. Die Leckenden (Lambentia) werden bloß durch die eine Ordnung der Hautflügler gebildet. Unter den Sauginsecten oder Sugentien können wir die beiden Gruppen der stechenden und schlürfenden unterscheiden. Zu den Stechenden (Pungentia) gehören die beiden Ordnungen der Halbflügler und Fliegen, zu den Schlürfenden (Sorbentia) bloß die Schmetterlinge.

Als die ältesten Insecten, welche sich aus unbekannten, den Skorpionsspinnen ähnlichen Arachniden entwickelten, betrachte ich die beißenden, und zwar die Ordnung der Urflügler (Archiptera oder Pseudoneuroptera). Dahin gehören vor allen die Eintagsfliegen (Ephemera), deren im Wasser lebende Larven uns wahrscheinlich noch heute in ihren Tracheenkiemen die Organe zeigen, aus denen die Insectenflügel ursprünglich entstanden. Ferner gehören in diese Ordnung die bekannten Wasserjungfern oder Libellen, die flügellosen Zuckergäste (Lepisma), die springenden Blasenfüßer (Physopoda), und die

gefürchteten Termiten, von denen sich versteinerte Reste schon in der Steinkohle finden. Unmittelbar hat sich wahrscheinlich aus den Urflüglern die Ordnung der Netzflügler (Neuroptera) entwickelt, welche sich von ihnen wesentlich nur durch die vollkommene Verwandlung unterscheiden. Es gehören dahin die Florfliegen (Planipennia), die Schmetterlingsfliegen (Phryganida) und die Fächerfliegen (Strepsiptera). Fossile Insecten, welche den Uebergang von den Urflüglern (Libellen) zu den Netzflüglern (Sialiden) machen, kommen schon in der Steinkohle vor (Dictyophlebia).

Aus einem anderen Zweige der Urflügler hat sich durch Differenzirung der beiden Flügelpaare schon frühzeitig die Ordnung der Gradflügler (Orthoptera) entwickelt. Diese Abtheilung besteht aus der formenreichen Gruppe der Schaben, Heuschrecken, Gryllen u. s. w. (Ulonata), und aus der kleinen Gruppe der bekannten Ohrwürmer (Labidura), welche durch die Kneifzange am hinteren Körperende ausgezeichnet sind. Sowohl von Schaben als von Gryllen und Heuschrecken kennt man Versteinerungen aus der Steinkohle.

Auch die vierte Ordnung der beißenden Insecten, die Käfer (Coleoptera) kommen bereits in der Steinkohle versteinert vor. Diese außerordentlich umfangreiche Ordnung, der bevorzugte Liebling der Insectenliebhaber und Sammler, zeigt am deutlichsten von allen, welche unendliche Formenmannichfaltigkeit sich durch Anpassung an verschiedene Lebensverhältnisse äußerlich entwickeln kann, ohne daß deshalb der innere Bau und die Grundform des Körpers irgendwie wesentlich umgebildet wird. Wahrscheinlich haben sich die Käfer aus einem Zweige der Gradflügler entwickelt, von denen sie sich wesentlich nur durch ihre vollkommene Verwandlung unterscheiden.

An diese vier Ordnungen der beißenden Insecten schließt sich nun zunächst die eine Ordnung der leckenden Insecten an, die interessante Gruppe der Immen oder Hautflügler (Hymenoptera). Dahin gehören diejenigen Insecten, welche sich durch ihre entwickelten Culturzustände, durch ihre weitgehende Arbeitstheilung, Gemeindebildung und Staatenbildung zu bewundrungswürdiger Höhe der

Geistesbildung, der intellectuellen Vervollkommnung und der Charakterstärke erhoben haben und dadurch nicht allein die meisten Wirbellosen, sondern überhaupt die meisten Thiere übertreffen. Es sind das vor allen die Ameisen und die Bienen, sodann die Wespen, Blattwespen, Holzwespen, Schlupfwespen, Gallwespen u. s. w. Sie kommen zuerst versteinert im Jura vor, in größerer Menge jedoch erst in den Tertiärschichten. Wahrscheinlich haben sich die Hautflügler aus einem Zweige entweder der Urflügler oder der Netzflügler entwickelt.

Von den beiden Ordnungen der stechenden Insecten, den Hemipteren und Dipteren, ist die ältere diejenige der Halbflügler (Hemiptera), auch Schnabelkerfe (Rhynchota) genannt. Dahin gehören die drei Unterordnungen der Blattläuse (Homoptera), der Wanzen (Heteroptera) und der Läuse (Pediculina). Von ersteren beiden finden sich fossile Reste schon im Jura. Aber schon im permischen System kommt ein altes Insect vor (Eugereon), welches auf die Abstammung der Hemipteren von den Neuropteren hinzudeuten scheint. Wahrscheinlich sind von den drei Unterordnungen der Hemipteren die ältesten die Homopteren, zu denen außer den eigentlichen Blattläusen auch noch die Schildläuse, die Blattflöhe und die Zirpen oder Cicaden gehören. Aus zwei verschiedenen Zweigen der Homopteren werden sich die Läuse durch weitgehende Entartung (vorzüglich Verlust der Flügel), die Wanzen dagegen durch Vervollkommnung (Sonderung der beiden Flügelpaare) entwickelt haben.

Die zweite Ordnung der stechenden Insecten, die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) findet sich zwar auch schon im Jura versteinert neben den Halbflüglern vor. Allein dieselben haben sich doch wahrscheinlich erst nachträglich aus den Hemipteren durch Rückbildung der Hinterflügel entwickelt. Nur die Vorderflügel sind bei den Dipteren vollständig geblieben. Die Hauptmasse dieser Ordnung bilden die langgestreckten Mücken (Nemocera) und die gedrungenen eigentlichen Fliegen (Brachycera), von denen die ersteren wohl älter sind. Doch finden sich von Beiden schon Reste im Jura vor. Durch Degeneration in Folge von Parasitismus haben sich aus ihnen wahrschein-

lich die beiden kleinen Gruppen der puppengebärenden Lausfliegen (Pupipara) und der springenden Flöhe (Aphaniptera) entwickelt.

Die achte und letzte Insectenordnung, und zugleich die einzige mit wirklich schlürfenden Mundtheilen sind die Schmetterlinge (Lepidoptera). Diese Ordnung erscheint in mehreren morphologischen Beziehungen als die vollkommenste Abtheilung der Insecten und hat sich demgemäß auch am spätesten erst entwickelt. Man kennt nämlich von dieser Ordnung Versteinerungen nur aus der Tertiärzeit, während die drei vorhergehenden Ordnungen bis zum Jura, die vier beißenden Ordnungen dagegen sogar bis zur Steinkohle hinaufreichen. Die nahe Verwandtschaft einiger Motten (Tinea) und Eulen (Noctua) mit einigen Schmetterlingsfliegen (Phryganida) macht es wahrscheinlich, daß sich die Schmetterlinge aus dieser Gruppe, also aus der Ordnung der Netzflügler oder Neuropteren entwickelt haben.

Wie Sie sehen, bestätigt Ihnen die ganze Geschichte der Insectenklasse und weiterhin auch die Geschichte des ganzen Arthropodenstammes wesentlich die großen Gesetze der Differenzirung und Vervollkommnung, welche wir nach Darwin's Selectionstheorie als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung anerkennen müssen. Der ganze formenreiche Stamm beginnt in archolithischer Zeit mit der kiemenathmenden Klasse der Krebse, und zwar mit den niedersten Urkrebsen oder Archicariden. Die Gestalt dieser Urkrebse, die sich jedenfalls aus Gliedwürmern, und zwar wahrscheinlich aus Räderthieren entwickelten, ist uns noch heute in der gemeinsamen Jugendform aller niederen oder Gliederkrebse (Entomostraca), in dem merkwürdigen Nauplius, annähernd erhalten. Aus dem Nauplius entwickelte sich weiterhin die seltsame Zoëa, die gemeinsame Jugendform aller höheren oder Panzerkrebse (Malacostraca) und zugleich desjenigen, zuerst durch Tracheen luftathmenden Arthropoden, welcher der gemeinsame Stammvater aller Tracheaten wurde. Dieser Stammvater, der zwischen dem Ende der Silurzeit und dem Beginn der Steinkohlenzeit entstanden sein muß, stand wahrscheinlich von allen jetzt noch lebenden Insecten den Skorpionsspinnen oder Soli-

fugen am nächsten. Aus ihm entwickelten sich als drei divergente Zweige die drei Tracheatenklassen, Spinnen, Tausendfüßer und echte (sechsbeinige und vierflüglige) Insecten. Von diesen letzteren existirten lange Zeit hindurch nur die vier beißenden Ordnungen, Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer, von denen die erste wahrscheinlich die gemeinsame Stammform der drei anderen ist. Erst viel später entwickelten sich aus den beißenden Insecten, welche die ursprüngliche Form der drei Kieferpaare am reinsten bewahrten, als drei divergente Zweige die leckenden, stechenden und schlürfenden Insecten. Wie diese Ordnungen in der Erdgeschichte auf einander folgten, zeigt Ihnen nochmals übersichtlich die nachstehende Tabelle.

A. Insecten mit kauenden Mundtheilen Masticantia	I. Beißende Insecten *Mordentia*	1. Urflügler Archiptera	M. I. A. A.	Zuerst versteinert in der Steinkohle
		2. Netzflügler Neuroptera	M. C. A. A.	
		3. Gradflügler Orthoptera	M. I. A. D.	
		4. Käfer Coleoptera	M. C. A. D.	
	II. Leckende Insecten *Lambentia*	5. Hautflügler Hymenoptera	M. C. A. A.	Zuerst versteinert im Jura
B. Insecten mit saugenden Mundtheilen Sugentia	III. Stechende Insecten *Pungentia*	6. Halbflügler Hemiptera	M. I. A. A.	
		7. Fliegen Diptera	M. C. A. D.	
	IV. Schlürfende Insecten *Sorbentia*	8. Schmetterlinge Lepidoptera	M. C. A. A.	Zuerst versteinert im Tertiär

Anmerkung: Bei den acht einzelnen Ordnungen der Insecten ist zugleich der Unterschied in der Metamorphose oder Verwandlung und in der Flügelbildung durch folgende Buchstaben angegeben: M. I. = Unvollständige Metamorphose. M. C. = Vollständige Metamorphose (Vergl. Gen. Morph. II, S. XCIX). A. A. = Gleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel im Bau und Gewebe nicht oder nur wenig verschieden). A. D. = Ungleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel durch starke Differenzirung im Bau und Gewebe sehr verschieden).

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.

II. Stammbaum und Geschichte der Wirbelthiere.

(Hierzu Taf. VI und VII.)

Das natürliche System der Wirbelthiere. Die vier Klassen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derselben auf acht Klassen. Hauptklasse der Rohrherzen oder Schädellosen (Lanzetthiere). Hauptklasse der Unpaarnasen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklasse der Anamnien oder Amnionlosen. Fische (Urfische, Schmelzfische, Knochenfische). Lurchfische. Lurche (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklasse der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammschleicher, Schwimmschleicher, Schuppenschleicher, Drachenschleicher, Schnabelschleicher). Vögel (Fiederschwänzige, Fächerschwänzige, Büschelschwänzige). Säugethiere (Kloakenthiere, Beutelthiere, Placentalthiere). Stammbaum und Geschichte der Säugethierordnungen.

Meine Herren! Unter den natürlichen Hauptgruppen der Organismen, welche wir wegen der Blutsverwandtschaft aller darin vereinigten Arten als Stämme oder Phylen bezeichnen, ist keine einzige von so hervorragender und überwiegender Bedeutung, als der Stamm der Wirbelthiere. Denn nach dem übereinstimmenden Urtheil aller Zoologen ist auch der Mensch ein Glied dieses Stammes, und kann seiner ganzen Organisation und Entwickelung nach unmöglich von den übrigen Wirbelthieren getrennt werden. Wie wir aber aus der individuellen Entwickelungsgeschichte des Menschen schon früher die

unbestreitbare Thatsache erkannt haben, daß derselbe in seiner Entwickelung aus dem Ei anfänglich nicht von den übrigen Wirbelthieren, und namentlich den Säugethieren verschieden ist, so müssen wir nothwendig mit Beziehung auf seine paläontologische Entwickelungsgeschichte schließen, daß das Menschengeschlecht sich historisch wirklich aus niederen Wirbelthieren entwickelt hat, und daß dasselbe zunächst von den Säugethieren abstammt. Dieser Umstand allein schon (abgesehen von dem vielseitigen höheren Interesse, das auch in anderer Beziehung die Wirbelthiere vor den übrigen Organismen in Anspruch nehmen) wird es rechtfertigen, daß wir den Stammbaum der Wirbelthiere und dessen Ausdruck, das natürliche System, hier besonders genau untersuchen.

Die Bezeichnung Wirbelthiere (Vertebrata) rührt, wie ich schon im letzten Vortrage erwähnte, von dem großen Lamarck her, welcher zuerst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts unter diesem Namen die vier oberen Thierklassen Linné's zusammenfaßte: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Die beiden niederen Klassen Linné's, die Insecten und Würmer, stellte Lamarck den Wirbelthieren gegenüber als Wirbellose (Invertebrata, später auch Evertebrata genannt).

Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier genannten Klassen wurde auch von Cuvier und seinen Nachfolgern, und in Folge dessen von vielen Zoologen noch bis auf die Gegenwart festgehalten. Aber schon 1822 erkannte der ausgezeichnete Anatom Blainville aus der vergleichenden Anatomie, und fast gleichzeitig unser großer Embryologe Bär aus der Ontogenie der Wirbelthiere, daß Linné's Klasse der Amphibien eine unnatürliche Vereinigung von zwei ganz verschiedenen Klassen sei. Diese beiden Klassen hatte schon 1820 Merrem als zwei Hauptgruppen der Amphibien unter den Namen der Pholidoten und Batrachier getrennt. Die Batrachier, welche heutzutage gewöhnlich als Amphibien (im engeren Sinne!) bezeichnet werden, umfassen die Frösche, Salamander, Kiemenmolche, Cäcilien und die ausgestorbenen Labyrinthodonten. Sie schließen sich in ihrer

ganzen Organisation eng an die Fische an. Die Pholidoten oder Reptilien dagegen sind viel näher den Vögeln verwandt. Es gehören dahin die Eidechsen, Schlangen, Krocodile und Schildkröten, und die vielgestaltige Formengruppe der mesolithischen Drachen, Seedrachen, Flugeidechsen u. s. w.

Im Anschluß an diese naturgemäße Scheidung der Amphibien in zwei Klassen theilte man nun den ganzen Stamm der Wirbelthiere in zwei Hauptgruppen. Die erste Hauptgruppe, die Fische und Amphibien, athmen entweder zeitlebens oder doch in der Jugend durch Kiemen, und werden daher als Kiemenwirbelthiere bezeichnet (Branchiata oder Anallontoidia). Die zweite Hauptgruppe dagegen, Reptilien, Vögel, und Säugethiere, athmen zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen, sondern ausschließlich durch Lungen, und heißen deshalb auch passend kiemenlose oder Lungenwirbelthiere (Ebranchiata oder Allantoidia). So richtig diese Unterscheidung auch ist, so können wir doch bei derselben nicht stehen bleiben, wenn wir zu einem wahren natürlichen System des Wirbelthierstammes, und zu einem naturgemäßen Verständniß seines Stammbaums gelangen wollen. Vielmehr müssen wir dann, wie ich vor zwei Jahren in meiner generellen Morphologie gezeigt habe, noch drei weitere Wirbelthierklassen unterscheiden, indem wir die bisherige Fischklasse in vier verschiedene Klassen auflösen (Gen. Morph. II. Bd., Taf. VII, S. CXVI — CLX).

Die erste und niederste von diesen Klassen wird durch die Rohrherzen (Leptocardia) oder Schädellosen (Acrania) gebildet, von denen heutzutage nur noch ein einziger Repräsentant lebt, das merkwürdige Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus). Als zweite Klasse schließen sich an diese zunächst die Unpaarnasen (Monorrhina) oder Rundmäuler (Cyclostoma) an, zu denen die Inger (Myxinoiden und die Lampreten (Petromyzonten) gehören. Die dritte Klasse erst würden die echten Fische (Pisces) bilden und an diese würden sich als vierte Klasse die Lurchfische (Dipneusta) anschließen: Uebergangsformen von den Fischen zu den Amphibien. Durch diese

Unterscheidung, welche, wie Sie gleich sehen werden, für die Genealogie der Wirbelthiere sehr wichtig ist, wird die ursprüngliche Vierzahl der Wirbelthierklassen auf das Doppelte gesteigert.

Diese acht Klassen der Wirbelthiere sind aber keineswegs von gleichem genealogischen Werthe. Vielmehr müssen wir dieselben in der Weise, wie es Ihnen bereits die systematische Uebersicht auf S. 393 zeigte, auf vier verschiedene Hauptklassen vertheilen. Zunächst können wir die drei höchsten Klassen, die Säugethiere, Vögel und Schleicher als eine natürliche Hauptklasse unter dem Namen der Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Diesen stellen sich naturgemäß als eine zweite Hauptklasse die Amnionlosen (Anamnia) gegenüber, nämlich die drei Klassen der Lurche, Lurchfische und Fische. Die genannten sechs Klassen, sowohl die Amnionlosen als die Amnionthiere, stimmen unter sich in zahlreichen Merkmalen überein, durch welche sie sich von den beiden niedersten Klassen (den Unpaarnasen und Rohrherzen) unterscheiden. Wir können sie daher in der natürlichen Hauptgruppe der Paarnasen (Amphirrhina) vereinigen. Endlich sind diese Paarnasen wiederum viel näher den Rundmäulern oder Unpaarnasen, als den Schädellosen oder Rohrherzen verwandt. Wir können daher mit vollem Rechte die Paarnasen mit den Unpaarnasen in einer obersten Hauptgruppe zusammenstellen und diese als Centralherzen (Pachycardia) oder Schädelthiere (Craniota) der einzigen Klasse der Rohrherzen oder Schädellosen gegenüberstellen. Das systematische Verhältniß dieser Gruppen zu einander wird Ihnen durch folgende Uebersicht klar werden.

A. **Rohrherzen** (**Leptocardia**)			1. Schädellose	1. Acrania
B. **Centralherzen** (**Pachycardia**) **oder Schädelthiere** (**Craniota**)	a. Unpaarnasen *Monorrhina*		2. Rundmäuler	2. Cyclostoma
	b. Paarnasen *Amphirhina*	I. Amnionlose Anamnia	3. Fische	3. Pisces
			4. Lurchfische	4. Dipneusta
			5. Lurche	5. Amphibia
		II. Amnionthiere Amniota	6. Schleicher	6. Reptilia
			7. Vögel	7. Aves
			8. Säugethiere	8. Mammalia

Auf der niedrigsten Organisationsstufe von allen uns bekannten Wirbelthieren steht der einzige noch lebende Vertreter der ersten Klasse, das Lanzetfischchen oder Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus). Dieses höchst interessante und wichtige Thierchen, welches über die älteren Wurzeln unseres Stammbaumes ein überraschendes Licht verbreitet, ist offenbar der letzte Mohikaner, der letzte überlebende Repräsentant einer formenreichen niederen Wirbelthierklasse, welche während der Primordialzeit sehr entwickelt war, uns aber leider wegen des Mangels aller festen Skelettheile gar keine versteinerten Reste hinterlassen konnte. Das kleine Lanzetfischchen lebt heute noch weitverbreitet in verschiedenen Meeren, z. B. in der Ostsee, Nordsee, im Mittelmeere, gewöhnlich auf flachem Strande im Sand vergraben. Der Körper hat, wie der Name sagt, die Gestalt eines schmalen, an beiden Enden zugespitzten, lanzettförmigen Blattes. Erwachsen ist dasselbe etwa zwei Zoll lang, und röthlich schimmernd, halb durchsichtig. Aeußerlich hat das Lanzetthierchen so wenig Aehnlichkeit mit einem Wirbelthier, daß sein erster Entdecker, Pallas, es für eine unvollkommene Nacktschnecke hielt. Beine besitzt es nicht, und ebenso wenig Kopf, Schädel und Gehirn. Das vordere Körperende ist äußerlich von dem hinteren fast nur durch die Mundöffnung zu unterscheiden. Aber dennoch besitzt der Amphioxus in seinem inneren Bau die wichtigsten Merkmale, durch welche sich alle Wirbelthiere von allen Wirbellosen unterscheiden, vor allen den Rückenstrang und das Rückenmark. Der Rückenstrang (Chorda dorsalis) ist ein cylindrischer, vorn und hinten zugespitzter, grader Knorpelstab, welcher die centrale Axe des inneren Skelets, und die Grundlage der Wirbelsäule bildet. Unmittelbar über diesem Rückenstrang, auf der Rückenseite desselben, liegt das Rückenmark (Medulla spinalis), ebenfalls ursprünglich ein grader, vorn und hinten zugespitzter, inwendig aber hohler Strang, welcher das Hauptstück und Centrum des Nervensystems bei allen Wirbelthieren bildet (Vergl. oben S. 247, 248). Bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme, auch den Menschen mit inbegriffen, werden diese wichtigsten Körpertheile während der embryonalen Ent-

wickelung aus dem Ei ursprünglich in derselben einfachsten Form angelegt, welche sie beim Amphioxus zeitlebens behalten. Erst später entwickelt sich durch Auftreibung des vorderen Endes aus dem Rückenmark das Gehirn, und aus dem Rückenstrang der das Gehirn umschließende Schädel. Da bei dem Amphioxus diese beiden wichtigen Organe gar nicht zur Entwickelung gelangen, so können wir die durch ihn vertretene Thierklasse mit Recht als Schädellose (Acrania) bezeichnen, im Gegensatz zu allen übrigen, den Schädelthieren (Craniota). Gewöhnlich werden die Schädellosen Rohrherzen oder Röhrenherzen (Leptocardia) genannt, weil ein centralisirtes Herz noch fehlt, und das Blut durch die Zusammenziehungen der röhrenförmigen Blutgefäße selbst im Körper umhergetrieben wird. Die Schädelthiere, welche dagegen ein centralisirtes, beutelförmiges Herz besitzen, müßten dann im Gegensatz dazu Beutelherzen oder Centralherzen (Pachycardia) genannt werden.

Offenbar haben sich die Schädelthiere oder Centralherzen erst in späterer Primordialzeit aus Schädellosen oder Rohrherzen, welche dem Amphioxus nahe standen, allmählich entwickelt. Darüber läßt uns die Ontogenie der Schädelthiere nicht in Zweifel. Wo stammen nun aber diese Schädellosen selbst her? Auf diese wichtige Frage hat uns, wie ich schon im letzten Vortrage erwähnte, erst die jüngste Zeit eine höchst überraschende Antwort gegeben. Aus den 1867 veröffentlichten Untersuchungen von Kowalewski über die individuelle Entwickelung des Amphioxus und der festsitzenden Seescheiden (Ascidiae) [aus der Klasse der Mantelthiere (Tunicata)] hat sich ergeben, daß die Ontogenie dieser beiden ganz verschiedenen Thierformen in ihrer ersten Jugend merkwürdig übereinstimmt. Die frei umherschwimmenden Larven der Ascidien entwickeln die unzweifelhafte Anlage zum Rückenmark und zum Rückenstrang, und zwar ganz in derselben Weise, wie der Amphioxus. Allerdings bilden sie diese wichtigsten Organe des Wirbelthierkörpers späterhin nicht weiter aus. Vielmehr gehen sie eine rückschreitende Verwandlung ein, setzen sich auf dem Meeresboden fest, und wachsen zu unförmlichen Klumpen aus, in denen man

kaum noch bei äußerer Betrachtung ein Thier vermuthet. Allein das Rückenmark, als die Anlage des Centralnervensystems, und der Rückenstrang, als die erste Grundlage der Wirbelsäule, sind so wichtige, den Wirbelthieren so ausschließlich eigenthümliche Organe, daß wir daraus sicher auf die wirkliche Blutsverwandtschaft der Wirbelthiere mit den Mantelthieren schließen können. Natürlich wollen wir damit nicht sagen, daß die Wirbelthiere von den Mantelthieren abstammen, sondern nur, daß beide Gruppen aus gemeinsamer Wurzel entsprossen sind, und daß die Mantelthiere von allen Wirbellosen diejenigen sind, welche die nächste Blutsverwandtschaft zu den Wirbelthieren besitzen. Offenbar haben sich während der Primordialzeit die echten Wirbelthiere (und zwar zunächst die Schädellosen) aus einer Würmergruppe fortschreitend entwickelt, aus welcher nach einer anderen rückschreitenden Richtung hin, die degenerirten Mantelthiere hervorgingen.

Aus den Schädellosen oder Rohrherzen hat sich zunächst eine zweite niedere Klasse von Wirbelthieren entwickelt, welche noch tief unter den Fischen steht, und welche in der Gegenwart nur durch die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten) vertreten wird. Auch diese Klasse konnte wegen des Mangels aller festen Körpertheile leider eben so wenig als die Schädellosen versteinerte Reste hinterlassen. Aus ihrer ganzen Organisation und Ontogenie geht aber deutlich hervor, daß sie eine sehr wichtige Mittelstufe zwischen den Schädellosen und den Fischen darstellt, und daß die wenigen noch lebenden Glieder derselben nur die letzten überlebenden Reste von einer gegen Ende der Primordialzeit vermuthlich reich entwickelten Thiergruppe sind. Wegen des kreisrunden, zum Saugen verwendeten Maules, das die Inger und Lampreten besitzen, wird die ganze Klasse gewöhnlich Rundmäuler (Cyclostoma) genannt. Bezeichnender noch ist der Name Unpaarnasen (Monorrhina). Denn alle Cyclostomen besitzen ein einfaches unpaares Nasenrohr, während bei allen übrigen Wirbelthieren (wieder mit Ausnahme des Amphioxus) die Nase aus zwei paarigen Seitenhälften, einer rechten und linken Nase besteht.

Wir konnten deshalb diese letzteren (Anamnien und Amnioten) auch als Paarnasen (Amphirrhina) zusammenfassen.

Auch abgesehen von der eigenthümlichen Nasenbildung unterscheiden sich die Unpaarnasen von den Paarnasen noch durch viele andere Eigenthümlichkeiten. So fehlt ihnen namentlich ganz das wichtige sympathische Nervennetz der letzteren. Ebenso wenig besitzen sie die Milz und die Bauchspeicheldrüse der Paarnasen. Von der Schwimmblase und den beiden Beinpaaren, welche bei allen Paarnasen wenigstens in der ersten Anlage vorhanden sind, fehlt den Unpaarnasen (ebenso wie den Schädellosen) noch jede Spur. Es ist daher gewiß ganz gerechtfertigt, wenn wir sowohl die Monorrhinen als die Schädellosen gänzlich von den Fischen trennen, mit denen sie bis jetzt in herkömmlicher, aber irrthümlicher Weise vereinigt waren.

Die erste genauere Kenntniß der Monorrhinen oder Cyclostomen verdanken wir dem großen Berliner Zoologen Johannes Müller, dessen klassisches Werk über die „vergleichende Anatomie der Myxinoiden" die Grundlage unserer neueren Ansichten über den Bau der Wirbelthiere bildet. Er unterschied unter den Cyclostomen zwei verschiedene Gruppen, welchen wir den Werth von Unterklassen geben können. Die erste Unterklasse sind die Inger oder Schleimfische (Hyperotreta oder Myxinoida). Sie leben im Meere schmarotzend auf anderen Fischen, in deren Haut sie sich einbohren (Myxine, Bdellostoma). Im Gehörorgan besitzen sie nur einen Ringcanal, und ihr unpaares Nasenrohr durchbohrt den Gaumen. Höher entwickelt ist die zweite Unterklasse, die Lampreten oder Pricken (Hyperoartia oder Petromyzontia). Hierher gehören die allbekannten Flußpricken oder Neunaugen unserer Flüsse (Petromyzon fluviatilis), deren Bekanntschaft Sie wohl Alle im marinirten Zustande schon gemacht haben. Im Meere werden dieselben durch die mehrmals größeren Seepricken oder die eigentlichen Lampreten (Petromyzon marinus) vertreten. Bei diesen Unpaarnasen durchbohrt das Nasenrohr den Gaumen nicht, und im Gehörorgan finden sich zwei Ringcanäle.

Systematische Uebersicht der 4 Hauptklassen, 8 Klassen und 20 Unterklassen der Wirbelthiere.

(Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX.)

I. Rohrherzen (Leptocardia) oder Schädellose (Acrania).

Wirbelthiere ohne Kopf, ohne Schädel und Gehirn, ohne centralisirtes Herz.

1. **Rohrherzen** **Leptocardia**	I. Schädellose *Acrania*	1 Lanzetthiere	1. Amphioxida

II. Centralherzen (Pachycardia) oder Schädelthiere (Craniota).

Wirbelthiere mit Kopf, mit Schädel und Gehirn, mit centralisirtem Herzen.

Hauptklassen der Schädelthiere	Klassen der Schädelthiere	Unterklassen der Schädelthiere	Systematischer Name der Unterklassen
2. **Unpaarnasen** **Monorrhina**	II. Rundmäuler *Cyclostoma*	2. Inger oder Schleimfische	2. Hyperotreta (Myxinoida)
		3. Lampreten oder Pricken	3. Hyperoartia (Petromyzontia)
3. **Amnionlose** **Anamnia**	III. Fische *Pisces*	4. Urfische	4. Selachii
		5. Schmelzfische	5. Ganoides
		6. Knochenfische	6. Teleostei
	IV. Lurchfische *Dipneusta*	7. Molchfische	7. Protopteri
	V. Lurche *Amphibia*	8. Panzerlurche	8. Phractamphibia
		9. Nacktlurche	9. Lissamphibia
4. **Amnionthiere** **Amniota**	VI. Schleicher *Reptilia*	10. Stammreptilien	10. Tocosauria
		11. Schwimmreptilien	11. Hydrosauria
		12. Schuppenreptilien	12. Lepidosauria
		13. Drachenreptilien	13. Dinosauria
		14. Schnabelreptilien	14. Rhamphosauria
	VII. Vögel *Aves*	15. Fiederschwänzige	15. Saururae
		16. Fächerschwänzige	16. Carinatae
		17. Büschelschwänzige	17. Ratitae
	VIII. Säugethiere *Mammalia*	18. Kloakenthiere	18. Amasta
		19. Beutelthiere	19. Marsupialia
		20. Placentalthiere	20. Placentalia

Alle Wirbelthiere, welche jetzt noch leben, mit Ausnahme der eben betrachteten Monorrhinen und des Amphioxus, gehören zu derjenigen Hauptgruppe, welche wir als Paarnasen (Amphirrhina) bezeichneten. Alle diese Thiere besitzen (trotz der großen Mannichfaltigkeit in ihrer sonstigen Bildung) eine aus zwei paarigen Seitenhälften bestehende Nase, ein sympathisches Nervennetz, drei Ringcanäle im Gehörorgan, eine Milz und eine Bauchspeicheldrüse. Alle Paarnasen besitzen ferner eine blasenförmige Ausstülpung des Schlundes, welche sich bei den Fischen zur Schwimmblase, bei den übrigen Paarnasen zur Lunge entwickelt hat. Endlich ist ursprünglich bei allen Paarnasen die Anlage von zwei paar Extremitäten oder Gliedmaßen vorhanden, ein paar Vorderbeine oder Brustflossen, und ein paar Hinterbeine oder Bauchflossen. Allerdings ist bisweilen das eine Beinpaar (z. B. bei den Aalen und Walfischen) oder beide Beinpaare (z. B. bei den Caecilien und Schlangen) verkümmert oder gänzlich verloren gegangen; aber selbst in diesen Fällen ist wenigstens die Spur ihrer ursprünglichen Anlage in früher Embryonalzeit zu finden, oder es bleiben unnütze Reste derselben als rudimentäre Organe durch das ganze Leben bestehen (Vergl. oben S. 11).

Aus allen diesen wichtigen Anzeichen können wir mit voller Sicherheit schließen, daß sämmtliche Paarnasen von einer einzigen gemeinschaftlichen Stammform abstammen, welche während der Primordialzeit direct oder indirect sich aus den Monorrhinen entwickelt hatte. Diese Stammform muß die eben angeführten Organe, namentlich auch die Anlage zur Schwimmblase und zu zwei Beinpaaren oder Flossenpaaren besessen haben. Von allen jetzt lebenden Paarnasen stehen offenbar die niedersten Formen der Haifische dieser längst ausgestorbenen, unbekannten, hypothetischen Stammform, welche wir als Stammpaarnasen oder Proselachier bezeichnen können, am nächsten (Taf. VI, 11). Wir dürfen daher die Gruppe der Urfische oder Selachier, in deren Rahmen diese Proselachier vermuthlich hineingepaßt haben, als die Stammgruppe nicht allein für die Fischklasse, sondern für die ganze Hauptklasse der Paarnasen betrachten.

Die Klasse der Fische (Pisces), mit welcher wir demgemäß die Reihe der Paarnasen beginnen, unterscheidet sich von den übrigen fünf Klassen dieser Reihe vorzüglich dadurch, daß die Schwimmblase niemals zur Lunge entwickelt, vielmehr nur als hydrostatischer Apparat thätig ist. In Uebereinstimmung damit finden wir den Umstand, daß die Nase bei den Fischen durch zwei blinde Gruben vorn auf der Schnautze gebildet wird, welche niemals den Gaumen durchbohren und in die Rachenhöhle münden. Dagegen sind die beiden Nasenhöhlen bei den übrigen fünf Klassen der Paarnasen zu Luftwegen umgebildet, welche den Gaumen durchbohren, und so den Lungen Luft zuführen. Die echten Fische (nach Ausschluß der Dipneusten) sind demnach die einzigen Paarnasen, welche ausschließlich durch Kiemen, und niemals durch Lungen athmen. Sie leben dem entsprechend alle im Wasser und ihre beiden Beinpaare haben die ursprüngliche Form von rudernden Flossen beibehalten.

Die echten Fische werden in drei verschiedene Unterklassen eingetheilt, in die Urfische, Schmelzfische und Knochenfische. Die älteste von diesen, welche die ursprüngliche Form am getreuesten bewahrt hat, ist diejenige der Urfische (Selachii). Davon leben heutzutage noch die Haifische (Squali) und Rochen (Rajae), welche man als Quermäuler (Plagiostomi) zusammenfaßt, sowie die seltsame Fischform der abenteuerlich gestalteten Seekatzen oder Chimären (Holocephali oder Chimaeracei). Aber diese Urfische der Gegenwart, welche in allen Meeren vorkommen, sind nur schwache Reste von der gestaltenreichen und herrschenden Thiergruppe, welche die Selachier in früheren Zeiten der Erdgeschichte, und namentlich während der paläolithischen Zeit bildeten. Leider besitzen alle Urfische ein knorpeliges, niemals vollständig verknöchertes Skelet, welches der Versteinerung nur wenig oder gar nicht fähig ist. Die einzigen harten Körpertheile, welche in fossilem Zustande sich erhalten konnten, sind die Zähne und die Flossenstacheln. Diese finden sich aber in solcher Menge, Formenmannichfaltigkeit und Größe in den älteren Formationen vor, daß wir daraus mit Sicherheit auf eine höchst beträchtliche Entwickelung der-

Systematische Uebersicht der sieben Legionen und fünfzehn Ordnungen der Fischklasse.

Unterklassen der Fischklasse	Legionen der Fischklasse	Ordnungen der Fischklasse	Beispiele aus den Ordnungen
A. Urfische Selachii	I. Quermäuler *Plagiostomi*	1. Haifische Squalacei	Stachelhai, Menschenhai, u. s. w.
		2. Rochen Rajacei	Stachelrochen, Zitterrochen, u. s. w.
	II. Seekatzen *Holocephali*	3. Seekatzen Chimaeracei	Chimären, Kalorrhynchen, u. s. w.
B. Schmelzfische Ganoides	III. Gepanzerte Schmelzfische *Tabuliferi*	4. Schildkrötenfische Pamphracti	Cephalaspiden, Placodermen, u. s. w.
		5. Störfische Sturiones	Löffelstör, Stör, Hausen, u. s. w.
	IV. Eckschuppige Schmelzfische *Rhombiferi*	6. Schindellose Efulcri	Doppelflosser, Pflasterzähner, u.s.w.
		7. Schindelflossige Fulcrati	Paläonisken, Knochenhechte, u.s.w.
		8. Fahnenflossige Semaeopteri	Afrikanischer Flösselhecht u. s. w.
	V. Rundschuppige Schmelzfische *Cycliferi*	9. Hohlgrätenfische Coeloscolopes	Holoptychier, Coelacanthiden, u.s.w.
		10. Dichtgrätenfische Pycnoscolopes	Coccolepiden, Amiaden, u. s. w.
C. Knochenfische Teleostei	VI. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmblase *Pysostomi*	11. Häringsartige Thrissogenes	Häringe, Lachse, Karpfen, Welse, u. s. w.
		12. Aalartige Enchelygenes	Aale, Schlangenaale, Zitteraale, u. s. w.
	VII. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmblase *Physoclisti*	13. Reihenkiemer Stichobranchii	Barsche, Lippfische, Dorsche, Schollen, u. s. w.
		14. Heftkiefer Plectognathi	Kofferfische, Igelfische u. s. w.
		15. Büschelkiemer Lophobranchii	Seenadeln, Seepferdchen, u.s.w.

selben in jener altersgrauen Vorzeit schließen können. Sie finden sich sogar schon in den silurischen Schichten, welche von anderen Wirbelthieren nur schwache Reste von Schmelzfischen (und diese erst in den jüngsten Schichten, im oberen Silur) einschließen. Von den drei Ordnungen der Urfische sind die bei weitem wichtigsten und interessantesten die Haifische, welche wahrscheinlich unter allen lebenden Paarnasen der ursprünglichen Stammform der ganzen Gruppe, den Proselachiern, am nächsten stehen. Aus Paarnasen, welche von echten Haifischen vermuthlich nur wenig verschieden waren, haben sich als drei divergente Linien einerseits die Schmelzfische, andrerseits die Lurchfische, und drittens, als wenig veränderte Stammlinie, die übrigen Selachier entwickelt.

Die Schmelzfische (Ganoides) stehen in anatomischer Beziehung vollständig in der Mitte zwischen den Urfischen einerseits und den Knochenfischen andrerseits. In vielen Merkmalen stimmen sie mit jenen, in vielen anderen mit diesen überein. Wir ziehen daraus den Schluß, daß sie auch genealogisch den Uebergang von den Urfischen zu den Knochenfischen vermittelten. In noch höherem Maaße, als die Urfische, sind auch die Ganoiden heutzutage größtentheils ausgestorben, wogegen sie während der ganzen paläolithischen und mesolithischen Zeit in großer Mannichfaltigkeit und Masse entwickelt waren. Nach der verschiedenen Form der äußeren Hautbedeckung theilt man die Schmelzfische in drei Legionen: Gepanzerte, Eckschuppige und Rundschuppige. Die gepanzerten Schmelzfische (Tabuliferi) sind die ältesten und schließen sich unmittelbar an die Selachier an, aus denen sie entsprungen sind. Fossile Reste von ihnen finden sich, obwohl selten, bereits im oberen Silur vor (Pteraspis ludensis aus den Ludlowschichten). Riesige, gegen 30 Fuß lange Arten derselben, mit mächtigen Knochentafeln gepanzert, finden sich namentlich im devonischen System. Heute aber lebt von dieser Legion nur noch die kleine Ordnung der Störfische (Sturiones), nämlich die Löffelstöre (Spatularides), und die Störe (Accipenserides), zu denen u. A. der Hausen gehört, welcher uns den Fischleim oder die Hausenblase liefert,

der Stör und Störlett, deren Eier wir als Caviar verzehren, u. s. w. Aus den gepanzerten Schmelzfischen haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die eckschuppigen und die rundschuppigen entwickelt. Die eckschuppigen Schmelzfische (Rhombiferi), welche man durch ihre viereckigen oder rhombischen Schuppen auf den ersten Blick von allen anderen Fischen unterscheiden kann, sind heutzutage nur noch durch wenige Ueberbleibsel vertreten, nämlich durch den Flösselhecht (Polypterus) in afrikanischen Flüssen (vorzüglich im Nil), und durch den Knochenhecht (Lepidosteus) in amerikanischen Flüssen. Aber während der paläolithischen und der ersten Hälfte der mesolithischen Zeit bildete diese Legion die Hauptmasse der Fische. Weniger formenreich war die dritte Legion, die rundschuppigen Schmelzfische (Cycliferi), welche vorzugsweise während der Devonzeit und Steinkohlenzeit lebten. Jedoch war diese Legion, von der heute nur noch der Kahlhecht (Amia) in nordamerikanischen Flüssen übrig ist, insofern viel wichtiger, als sich aus ihnen die dritte Unterklasse der Fische, die Knochenfische, entwickelten.

Die Knochenfische (Teleostei) bilden in der Gegenwart die Hauptmasse der Fischklasse. Es gehören dahin die allermeisten Seefische, und alle unsere Süßwasserfische, mit Ausnahme der eben erwähnten Schmelzfische. Wie zahlreiche Versteinerungen deutlich beweisen, ist diese Klasse erst um die Mitte des mesolithischen Zeitalters aus den Schmelzfischen, und zwar aus den rundschuppigen oder Cycliferen entstanden. Die Thrissopiden der Jurazeit (Thrissops, Leptolepis, Tharsis), welche unseren heutigen Häringen am nächsten stehen, sind wahrscheinlich die ältesten von allen Knochenfischen, und unmittelbar aus den rundschuppigen Schmelzfischen, welche der heutigen Amia nahe standen, hervorgegangen. Bei den älteren Knochenfischen, den Physostomen war, ebenso wie bei den Ganoiden, die Schwimmblase noch zeitlebens durch einen bleibenden Luftgang (eine Art Luftröhre) mit dem Schlunde in Verbindung. Das ist auch heute noch bei den zu dieser Gruppe gehörigen Häringen, Lachsen, Karpfen, Welsen, Aalen u. s. w. der Fall. Während der Kreidezeit

trat aber bei einigen Physostomen eine Verwachsung, ein Verschluß jenes Luftganges ein, und dadurch wurde die Schwimmblase völlig von dem Schlunde abgeschnürt. So entstand die zweite Legion der Knochenfische, die der Physoklisten, welche erst während der Tertiärzeit ihre eigentliche Ausbildung erreichte, und bald an Mannichfaltigkeit bei weitem die Physostomen übertraf. Es gehören hierher die meisten Seefische der Gegenwart, namentlich die umfangreichen Familien der Dorsche, Schollen, Thunfische, Lippfische, Umberfische u. s. w., ferner die Heftkiefer (Kofferfische und Igelfische) und die Büschelkiemer (Seenadeln und Seepferdchen). Dagegen sind unter unseren Flußfischen nur wenige Physoklisten, z. B. der Barsch und der Stichling; die große Mehrzahl der Flußfische sind Physostomen.

Zwischen den echten Fischen und den Amphibien mitten inne steht die merkwürdige Klasse der Lurchfische oder Molchfische (Dipneusta oder Protopteri). Davon leben heute nur noch wenige Repräsentanten, nämlich der amerikanische Molchfisch (Lepidosiren paradoxa) im Gebiete des Amazonenstroms, und der afrikanische Molchfisch (Protopterus annectens) in verschiedenen Gegenden Afrikas. Während der trocknen Jahreszeit, im Sommer, vergraben sich diese seltsamen Thiere in den eintrocknenden Schlamm, in ein Nest von Blättern, und athmen dann Luft durch Lungen, wie die Amphibien. Während der nassen Jahreszeit aber, im Winter, leben sie in Flüssen und Sümpfen, und athmen Wasser durch Kiemen, gleich den Fischen. Aeußerlich gleichen sie aalförmigen Fischen, und sind wie diese mit Schuppen bedeckt; auch in manchen Eigenthümlichkeiten ihres inneren Baues, des Skelets, der Extremitäten ꝛc. gleichen sie mehr den Fischen, als den Amphibien. In anderen Merkmalen dagegen stimmen sie mehr mit den letzteren überein, vor allen in der Bildung der Lungen, der Nase und des Herzens. Aus diesen Gründen herrscht unter den Zoologen ein ewiger Streit darüber, ob die Lurchfische eigentlich Fische oder Amphibien seien. Ebenso ausgezeichnete Zoologen haben sich für die eine, wie für die andere Ansicht ausgesprochen. In der That sind sie wegen der vollständigen Mischung des Charakters weder das eine

noch das andere, und werden wohl am richtigsten als eine besondere Wirbelthierklasse aufgefaßt, welche den Uebergang zwischen jenen beiden Klassen vermittelt. Die heute noch lebenden Dipneusten sind wahrscheinlich die letzten überlebenden Reste einer vormals formenreichen Gruppe, welche aber wegen Mangels fester Skelettheile keine versteinerten Spuren hinterlassen konnte. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ganz ähnlich den Monorrhinen und den Leptocardiern, mit denen sie gewöhnlich zu den Fischen gerechnet werden. Wahrscheinlich sind ausgestorbene Dipneusten der paläolithischen Periode, welche sich entweder in antedevonischer oder in devonischer oder in antecarbonischer Zeit aus Urfischen entwickelt hatten, die Stammformen der Amphibien, und somit auch aller höheren Wirbelthiere. Mindestens werden die unbekannten Uebergangsformen von den Urfischen zu den Amphibien, welche wir als Stammgruppe der letzteren zu betrachten haben, den Dipneusten wohl sehr ähnlich gewesen sein.

Die Lurche (Amphibia) sind jedenfalls von den Urfischen oder Selachiern abzuleiten, entweder direct oder durch Vermittlung der Lurchfische. Wir theilen diese Klasse in zwei Unterklassen ein, in die Panzerlurche und Nacktlurche, von denen die ersteren durch die Bedeckung des Körpers mit Knochentafeln oder Schuppen ausgezeichnet sind. Die älteren von diesen sind die Panzerlurche (Phractamphibia), die ältesten landbewohnenden Wirbelthiere, von denen uns fossile Reste erhalten sind. Wohlerhaltene Versteinerungen derselben finden sich schon in der Steinkohle vor, nämlich die den Fischen noch am nächsten stehenden Schmelzköpfe (Ganocephala), der Archegosaurus von Saarbrücken, und das Dendrerpeton aus Nordamerika. Auf diese folgen dann später die riesigen Wickelzähner (Labyrinthodonta), schon im permischen System durch Zygosaurus, später aber vorzüglich in der Trias durch Mastodonsaurus, Trematosaurus, Kapitosaurus u. s. w. vertreten. Diese furchtbaren Raubthiere scheinen in der Körperform zwischen den Krokodilen, Salamandern und Fröschen in der Mitte gestanden zu haben, waren aber den beiden letzteren mehr durch ihren inneren Bau verwandt, während sie

durch die feste Panzerbedeckung mit starken Knochentafeln den ersteren glichen. Schon gegen Ende der Triaszeit scheinen diese gepanzerten Riesenlurche ausgestorben zu sein. Aus der ganzen folgenden Zeit kennen wir keine Versteinerungen von Panzerlurchen. Daß diese Unterklasse jedoch währenddessen noch lebte und niemals ganz ausstarb, beweisen die heute noch lebenden Blindwühlen oder Caecilien (Peromela), kleine beschuppte Phraktamphibien von der Form und Lebensweise des Regenwurms.

Die zweite Unterklasse der Amphibien, die Nacktlurche (Lissamphibia), entstanden wahrscheinlich schon während der primären oder secundären Zeit, obgleich wir fossile Reste derselben erst aus der Tertiärzeit kennen. Sie unterscheiden sich von den Panzerlurchen durch ihre nackte, glatte, schlüpfrige Haut, welche jeder Schuppen- oder Panzerbedeckung entbehrt. Sie entwickelten sich vermuthlich entweder aus einem Zweige der Phraktamphibien oder aus gemeinsamer Wurzel mit diesen. Die drei Ordnungen von Nacktlurchen, welche noch jetzt leben, die Kiemenlurche, Schwanzlurche und Froschlurche, wiederholen uns noch heutzutage in ihrer individuellen Entwickelung sehr deutlich den historischen Entwickelungsgang der ganzen Unterklasse. Die ältesten Formen sind die Kiemenlurche (Sozobranchia), welche zeitlebens auf der ursprünglichen Stammform der Nacktlurche stehen bleiben und einen langen Schwanz nebst wasserathmenden Kiemen beibehalten. Sie stehen am nächsten den Dipneusten, von denen sie sich aber schon äußerlich durch den Mangel des Schuppenkleides unterscheiden. Die meisten Kiemenlurche leben in Nordamerika, unter anderen der früher erwähnte Axolotl oder Siredon (vergl. oben S. 192). In Europa ist diese Ordnung nur durch eine Form vertreten, durch den berühmten Olm (Proteus anguineus), welcher die Adelsberger Grotte und andere Höhlen Krains bewohnt, und durch den Aufenthalt im Dunkeln rudimentäre Augen bekommen hat, die nicht mehr sehen können (S. oben S. 11). Aus den Kiemenlurchen hat sich durch Verlust der äußeren Kiemen die Ordnung der Schwanzlurche (Sozura) entwickelt, zu welcher unser schwarzer, gelbge-

fleckter Landsalamander (Salamandra maculata) und unsere flinken Wassermolche (Triton) gehören. Manche von ihnen, z. B. der berühmte Riesenmolch von Japan (Cryptobranchus japonicus) haben noch die Kiemenspalte beibehalten, trotzdem sie die Kiemen selbst verloren haben. Alle aber behalten den Schwanz zeitlebens. Bisweilen conserviren die Tritonen auch die Kiemen und bleiben so ganz auf der Stufe der Kiemenlurche stehen, wenn man sie nämlich zwingt, beständig im Wasser zu bleiben (Vergl. oben S. 192). Die dritte Ordnung, die Schwanzlosen oder Froschlurche (Anura), verlieren bei der Metamorphose nicht nur die Kiemen, durch welche sie in früher Jugend (als sogenannte „Kaulquappen") Wasser athmen, sondern auch den Schwanz, mit dem sie umherschwimmen. Sie durchlaufen also während ihrer Ontogenie den Entwickelungsgang der ganzen Unterklasse, indem sie zuerst Kiemenlurche, später Schwanzlurche, und zuletzt Froschlurche sind. Offenbar ergiebt sich daraus, daß die Froschlurche sich erst später aus den Schwanzlurchen, wie diese selbst aus den ursprünglich allein vorhandenen Kiemenlurchen entwickelt haben.

Indem wir nun von den Amphibien zu der nächsten Wirbelthierklasse, den Reptilien übergehen, bemerken wir eine sehr bedeutende Vervollkommnung in der stufenweise fortschreitenden Organisation der Wirbelthiere. Alle bisher betrachteten Paarnasen oder Amphirrhinen, nämlich die drei nahe verwandten Klassen der Fische, Lurchfische und Lurche, stimmen in einer Anzahl von wichtigen Charakteren überein, durch welche sie sich von den drei noch übrigen Wirbelthierklassen, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, sehr wesentlich unterscheiden. Bei diesen letzteren bildet sich während der embryonalen Entwickelung rings um den Embryo eine von seinem Nabel auswachsende besondere zarte Hülle, die Fruchthaut oder das Amnion, welche mit dem Fruchtwasser oder Amnionwasser gefüllt ist, und in diesem den Embryo oder Keim blasenförmig umschließt. Wegen dieser sehr wichtigen und charakteristischen Bildung können wir jene drei höchst entwickelten Wirbelthierklassen als Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Die drei soeben betrachteten Klassen der Paarnasen

dagegen, denen das Amnion, ebenso wie allen niederen Wirbelthieren (Unpaarnasen und Schädellosen), fehlt, können wir jenen als Amnionlose (Anamnia) entgegensetzen.

Die Bildung der Fruchthaut oder des Amnion, durch welche sich die Reptilien, Vögel und Säugethiere von allen anderen Wirbelthieren unterscheiden, ist offenbar ein höchst wichtiger Vorgang in der Ontogenie und der ihr entsprechenden Phylogenie der Wirbelthiere. Er fällt zusammen mit einer Reihe von anderen Vorgängen, welche wesentlich die höhere Entwickelung der Amnionthiere bestimmten. Dahin gehört vor allen der gänzliche Verlust der Kiemen, dessenwegen man schon früher die Amnioten als Kiemenlose (Ebranchiata) allen übrigen Wirbelthieren als Kiemenathmenden (Branchiata) entgegengesetzt hatte. Bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren fanden sich athmende Kiemen entweder zeitlebens, oder doch wenigstens, wie bei Fröschen und Molchen, in früher Jugend. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren dagegen kommen zu keiner Zeit des Lebens wirklich athmende Kiemen vor, und die auch hier vorhandenen Kiemenbogen gestalten sich im Laufe der Ontogenie zu ganz anderen Gebilden, zu Theilen des Kieferapparats und des Gehörorgans (Vergl. oben S. 251). Alle Amnionthiere besitzen im Gehörorgan eine sogenannte „Schnecke" und ein dieser entsprechendes „rundes Fenster." Diese Theile fehlen dagegen den Amnionlosen. Bei diesen letzteren liegt der Schädel des Embryo in der gradlinigen Fortsetzung der Wirbelsäule. Bei den Amnionthieren dagegen erscheint die Schädelbasis von der Bauchseite her eingeknickt, so daß der Kopf auf die Brust herabsinkt (S. 240 c, d, Fig. A—E). Auch entwickeln sich erst bei den Amnioten die Thränenorgane im Auge, welche den Anamnien noch fehlen.

Wann fand nun im Laufe der organischen Erdgeschichte dieser wichtige Vorgang statt? Wann entwickelte sich aus einem Zweige der Amnionlosen (und zwar jedenfalls aus einem Zweige der Amphibien) der gemeinsame Stammvater aller Amnionthiere?

Auf diese Frage geben uns die versteinerten Wirbelthierreste zwar keine ganz bestimmte, aber doch eine annähernde Antwort. Mit

Ausnahme nämlich von zwei im permischen Systeme gefundenen eidechsenähnlichen Thieren (dem Proterosaurus und Rhopalodon) gehören alle übrigen versteinerten Reste, welche wir bis jetzt von Amnionthieren kennen, der Secundärzeit, Tertiärzeit und Quartärzeit an. Von jenen beiden Wirbelthieren aber ist es noch zweifelhaft, ob sie schon wirkliche Reptilien und nicht vielleicht salamanderähnliche Amphibien sind. Wir kennen von ihnen allein das Skelet, und dies nicht einmal vollständig. Im Ganzen gleicht das Skelet allerdings mehr den Reptilien als den Amphibien, in manchen Einzelheiten aber mehr den Amphibien. Da wir nun von den entscheidenden Merkmalen der Weichtheile gar Nichts wissen, ist es sehr wohl möglich, daß der Proterosaurus und der Rhopalodon noch amnionlose Thiere waren, welche den Amphibien näher als den Reptilien standen, vielleicht aber zu den Uebergangsformen zwischen beiden Klassen gehörten. Da aber andrerseits unzweifelhafte Amnionthiere bereits in der Trias versteinert vorgefunden werden, so ist es wahrscheinlich, daß die Hauptklasse der Amnioten sich erst in der Antetriaszeit, im Beginn des mesolithischen Zeitalters, entwickelte. Wie wir schon früher sahen, ist offenbar gerade dieser Zeitraum einer der wichtigsten Wendepunkte in der organischen Erdgeschichte. An die Stelle der paläolithischen Farnwälder traten damals die Nadelwälder der Trias. In vielen Abtheilungen der wirbellosen Thiere traten wichtige Umgestaltungen ein: Aus den getäfelten Seelilien (Phatnocrina) entwickelten sich die gegliederten (Colocrina). Die Autechiniden oder die Seeigel mit zwanzig Plattenreihen traten an die Stelle der paläolithischen Palechiniden, der Seeigel mit mehr als zwanzig Plattenreihen. Die Cystideen, Blastoideen, Trilobiten und andere charakteristische wirbellose Thiergruppen der Primärzeit waren so eben ausgestorben. Kein Wunder, wenn die umgestaltenden Anpassungsverhältnisse der Antetriaszeit auch auf den Wirbelthierstamm mächtig einwirkten, und die Entstehung der Amnionthiere veranlaßten.

Wenn man dagegen die beiden eidechsen- oder salamanderähnlichen Thiere der Permzeit, den Proterosaurus und den Rhopalodon,

als echte Reptilien, mithin als die ältesten Amnioten betrachtet, so würde die Entstehung dieser Hauptklasse bereits um eine oder zwei Perioden früher, gegen das Ende der Primärzeit, fallen, in die permische oder antepermische Periode. Alle übrigen Reptilienreste aber welche man früher im permischen, im Steinkohlensystem oder gar im devonischen Systeme gefunden zu haben glaubte, haben sich entweder nicht als Reptilienreste, oder als viel jüngeren Alters (meistens der Trias angehörig) herausgestellt.

Die gemeinsame hypothetische Stammform aller Amniontһiere, welche wir als Protamnion bezeichnen können, und welche möglicherweise dem Proterosaurus sehr nahe verwandt war, stand vermuthlich im Ganzen hinsichtlich ihrer Körperbildung in der Mitte zwischen den Salamandern und Eidechsen. Ihre Nachkommenschaft spaltete sich schon frühzeitig in zwei verschiedene Linien (Taf. VI, 39, 40), von denen die eine die gemeinsame Stammform der Reptilien und Vögel, die andere die Stammform der Säugethiere wurde.

Die Schleicher (Reptilia oder Pholidota, auch Sauria im weitesten Sinne genannt) bleiben von allen drei Klassen der Amnionthiere auf der tiefsten Bildungsstufe stehen und entfernen sich am wenigsten von ihren Stammvätern, den Amphibien. Daher wurden sie früher allgemein zu diesen gerechnet, obwohl sie in ihrer ganzen Organisation viel näher den Vögeln als den Amphibien verwandt sind. Gegenwärtig leben von den Reptilien nur noch vier Ordnungen, nämlich die Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten. Diese bilden aber nur noch einen schwachen Rest von der ungemein mannichfaltig und bedeutend entwickelten Reptilienschaar, welche während der mesolithischen oder Secundärzeit lebte und damals alle anderen Wirbelthierklassen beherrschte. Die ausnehmende Entwickelung der Reptilien während der Secundärzeit ist so charakteristisch, daß wir diese darnach eben so gut, wie nach den Gymnospermen benennen könnten (S. 306). Von den dreißig Unterordnungen, welche die nachstehende Tabelle Ihnen vorführt, gehört die Hälfte, und von den neun Ordnungen gehören fünf ausschließlich der Secundärzeit an. Auch von

den fünf Unterklassen, auf welche wir jene vertheilen können, sind zwei (I und IV) gänzlich, und zwei andere (II und V) größtentheils ausgestorben. Diese mesolithischen Gruppen sind durch ein † bezeichnet.

In der ersten Unterklasse, den Stammreptilien oder Stammschleichern (Tocosauria), fassen wir die ausgestorbenen Fachzähner (Thecodontia) der Triaszeit mit denjenigen Reptilien zusammen, welche wir als die gemeinsame Stammform der ganzen Klasse betrachten können. Zu diesen letzteren, welche wir als Urschleicher (Proreptilia) bezeichnen können, gehört möglicherweise der Proterosaurus des permischen Systems. Die vier übrigen Unterklassen sind wahrscheinlich als vier divergente Zweige aufzufassen, welche sich aus jener gemeinsamen Stammform nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben. Die Thecodonten der Trias, die einzigen sicher bekannten fossilen Reste von Tocosauriern, waren Eidechsen, welche den heute noch lebenden Monitoren oder Warneidechsen (Monitor, Varanus) ziemlich ähnlich gewesen zu sein scheinen.

Die zweite Unterklasse, die Schwimmschleicher (Hydrosauria), lebte ganz oder größtentheils im Wasser. Sie spaltet sich in die beiden Ordnungen der Seedrachen und der Krokodile. Die riesigen, bis 40 Fuß langen Seedrachen (Halisauria) lebten bloß während der Secundärzeit, und zwar finden sich die versteinerten Reste der Simosaurier bloß in der Trias, diejenigen der Plesiosaurier und Ichthyosaurier bloß im Jura und in der Kreide. Vermuthlich entwickelten sich also die letzteren aus den ersteren während der Antejurazeit. Um diese Zeit entstanden wahrscheinlich auch die Krokodile (Crocodilia), von denen die Teleosaurier und Steneosaurier bloß im Jura, die jetzt allein noch lebenden Alligatoren aber in den Kreide- und Tertiärschichten versteinert gefunden werden. Die wenigen Krokodile der Gegenwart sind nur ein dürftiger Rest von der furchtbaren Raubthierschaar, welche die Gewässer der mesolithischen Zeit bevölkerte.

Von allen Reptiliengruppen hat sich bis auf unsere Zeit am besten die dritte Unterklasse conservirt, die Schuppenschleicher (Lepidosauria). Es gehören dahin die beiden nächstverwandten Ordnungen

Systematische Uebersicht der 5 Unterklassen, 9 Ordnungen und 30 Unterordnungen der Reptilien.

(Die mit einem † bezeichneten Gruppen sind schon während der Secundärzeit ausgestorben).

Unterklassen der Reptilien	Ordnungen der Reptilien	Unterordnungen der Reptilien	Systematischer Name der Unterordnungen
I. Stammschleicher **Tocosauria** †	1. Stammschleicher *Tocosauria* †	1. Urschleicher	1. Proreptilia †
		2. Fachzähner	2. Thecodontia †
II. Schwimmschleicher **Hydrosauria**	2. Seedrachen *Halisauria* †	3. Urdrachen	3. Simosauria †
		4. Schlangendrachen	4. Plesiosauria †
		5. Fischdrachen	5. Ichthyosauria †
	3. Krokodile *Crocodilia*	6. Amphicoelen	6. Teleosauria †
		7. Opisthocoelen	7. Steneosauria †
		8. Prosthocoelen	8. Alligatores
III. Schuppenschleicher **Lepidosauria**	4. Eidechsen *Lacertilia*	9. Spaltzüngler	9. Fissilingues
		10. Chamaeleonten	10. Vermilingues
		11. Dickzüngler	11. Crassilingues
		12. Kurzzüngler	12. Brevilingues
		13. Ringeleidechsen	13. Glyptodermata
	5. Schlangen *Ophidia*	14. Wurmschlangen	14. Opoterodonta
		15. Nattern	15. Aglyphodonta
		16. Baumschlangen	16. Opisthoglypha
		17. Giftnattern	17. Proteroglypha
		18. Ottern	18. Solenoglypha
IV. Drachenschleicher **Dinosauria** †	6. Drachen *Dinosauria* †	19. Riesendrachen	19. Harpagosauria †
		20. Elephantendrachen	20. Therosauria †
V. Schnabelschleicher **Rhamphosauria**	7. Schnabeleidechsen *Anomodonta* †	21. Känguruschleicher	21. Compsognathida †
		22. Vogelschleicher	22. Tocornithes †
		23. Fehlzähner	23. Cryptodontia †
		24. Hundszähner	24. Cynodontia †
	8. Flugschleicher *Pterosauria* †	25. Langschwänzige Flugeidechsen	25. Rhamphorhynchi †
		26. Kurzschwänzige Flugeidechsen	26. Pterodactyli †
	9. Schildkröten *Chelonia*	27. Seeschildkröten	27. Thalassita
		28. Flußschildkröten	28. Potamita
		29. Sumpfschildkröten	29. Elodita
		30. Landschildkröten	30. Chersita

der echten Eidechsen (Lacertilia) und der Schlangen (Ophidia), von denen jede in fünf verschiedene Unterordnungen zerfällt. Unter den echten Eidechsen stehen die Monitoren oder Warneidechsen (Monitor, Varanus) den ursprünglichen Stammformen der ganzen Klasse am nächsten. Die Schlangen, die jüngste von allen neun Reptilienordnungen, scheinen sich erst während der Anteocenzeit, im Beginn der Tertiärzeit, aus einem Zweige der Eidechsen entwickelt zu haben. Wenigstens kennt man versteinerte Schlangen bis jetzt bloß aus tertiären Schichten.

Gänzlich ausgestorben, ohne Nachkommen zu hinterlassen, ist die vierte Unterklasse, diejenige der Drachen oder Lindwürmer (Dinosauria oder Pachypoda). Diese kolossalen Reptilien, welche eine Länge von mehr als 50 Fuß erreichten, sind die größten Landbewohner, welche jemals unser Erdball getragen hat. Sie lebten ausschließlich in der Secundärzeit. Die meisten Reste derselben finden sich in der unteren Kreide, namentlich in der Wälderformation Englands. Die Mehrzahl waren furchtbare Raubthiere (Megalosaurus von 20—30, Pelorosaurus von 40—60 Fuß Länge). Iguanodon jedoch und einige andere lebten von Pflanzennahrung und spielten in den Wäldern der Kreidezeit wahrscheinlich eine ähnliche Rolle, wie die ebenso schwerfälligen, aber kleineren Elephanten, Flußpferde und Nashörner der Gegenwart.

In einer fünften und letzten Unterklasse, Schnabelschleicher (Rhamphosauria), vereinigen wir alle diejenigen Reptilien, bei denen die Kiefer sich mehr oder weniger deutlich zu einem Vogelschnabel umbilden. Die Zähne gehen dabei ganz oder theilweise verloren, oder werden eigenthümlich umgebildet. Als gemeinsame Stammgruppe derselben, die sich aus einem oder mehreren Aesten der Tocosaurier entwickelte, können wir die Schnabeleidechsen (Anomodonta) der älteren Secundärzeit betrachten, von denen sich viele merkwürdige Reste in der Trias und im Jura finden. Aus diesen haben sich vielleicht als drei divergente Zweige die Flugschleicher, Schildkröten und Vögel entwickelt. Die merkwürdigen Flugschleicher (Pterosauria), bei denen der außerordentlich verlängerte fünfte Finger der Hand als

Stütze einer gewaltigen Flughaut diente, flogen in der Secundärzeit wahrscheinlich in ähnlicher Weise umher, wie jetzt die Fledermäuse. Die kleinsten Flugeidechsen hatten die Größe eines Sperlings. Die größten aber, mit einer Klafterweite der Flügel von mehr als 16 Fuß, übertrafen die größten jetzt lebenden fliegenden Vögel (Condor und Albatros) an Umfang. Ihre versteinerten Reste, die langschwänzigen Rhamphorhynchen und die kurzschwänzigen Pterodactylen, finden sich zahlreich versteinert in allen Schichten der Jura- und Kreidezeit, aber nur in diesen vor. Dagegen finden wir versteinerte Schildkröten (Chelonia) vom Jura an in allen secundären, tertiären und quartären Schichten versteinert vor. Doch sind auch die Schildkröten der Gegenwart, gleich den meisten anderen Reptiliengruppen, nur schwache Ueberreste ihres früheren Glanzes. In den Tertiärschichten des Himalaya fand sich unter anderen eine versteinerte Schildkröte, die gegen 20 Fuß lang und 6 Fuß hoch war.

Die Klasse der Vögel (Aves) ist, wie schon bemerkt, durch ihren inneren Bau und durch ihre embryonale Entwickelung den Reptilien so nahe verwandt, daß sie zweifelsohne aus einem Zweige dieser Klasse ihren wirklichen Ursprung genommen hat. Wie Ihnen allein schon ein Blick auf Fig. C—F, S. 242 zeigt, sind die Embryonen der Vögel zu einer Zeit, in der sie bereits sehr wesentlich von den Embryonen der Säugethiere verschieden erscheinen, von denen der Schildkröten und anderer Reptilien noch kaum zu unterscheiden. Die Dotterfurchung ist bei den Vögeln und Reptilien partiell, bei den Säugethieren total. Die Blutzellen der ersteren besitzen einen Kern, die der letzteren dagegen nicht. Die Haare der Säugethiere entwickeln sich in geschlossenen Bälgen der Haut, die Federn der Vögel dagegen, eben so wie die Schuppen der Reptilien, auf Höckern der Haut. Der Unterkiefer der letzteren ist viel verwickelter zusammengesetzt, als derjenige der Säugethiere. Auch fehlt diesen letzteren das Quadratbein der ersteren. Während bei den Säugethieren (wie bei den Amphibien) die Verbindung zwischen dem Schädel und dem ersten Halswirbel durch zwei Gelenkhöcker oder Condylen geschieht, sind diese dagegen bei den

Vögeln und Reptilien zu einem einzigen verschmolzen. Man kann die beiden letzteren Klassen daher mit vollem Rechte in einer Gruppe als Monocondylia zusammenfassen und dieser die Säugethiere als Dicondylia gegenüber setzen.

Die Abzweigung der Vögel von den Reptilien fand jedenfalls erst während der mesolithischen Zeit, und zwar wahrscheinlich während der Triaszeit oder Antejurazeit statt. Die ältesten fossilen Vogelreste sind im oberen Jura gefunden worden (Archaeopteryx). Aber schon in der Triaszeit lebten verschiedene Saurier (Anomodonten), die in mehrfacher Hinsicht den Uebergang von den Tocosauriern zu den Stammvätern der Vögel, den hypothetischen Tocornithen, zu bilden scheinen. Wahrscheinlich waren diese Tocornithen von anderen Schnabeleidechsen im Systeme kaum zu trennen, und namentlich dem känguruhartigen Compsognathus aus dem Jura von Solenhofen nächst verwandt. Huxley stellt diesen letzteren zu den Dinosauriern, und glaubt, daß diese die nächsten Verwandten der Tocornithen seien.

Die große Mehrzahl der Vögel erscheint, trotz aller Mannichfaltigkeit in der Färbung des schönen Federkleides und in der Bildung des Schnabels und der Füße, höchst einförmig organisirt, in ähnlicher Weise, wie die Insectenklasse. Den äußeren Existenzbedingungen hat sich die Vogelform auf das Vielfältigste angepaßt, ohne dabei irgend wesentlich von dem streng erblichen Typus der charakteristischen inneren Bildung abzuweichen. Nur zwei kleine Gruppen, einerseits die fiederschwänzigen Vögel (Saururae), andrerseits die straußartigen (Ratitae), weichen erheblich von dem gewöhnlichen Vogeltypus, dem der kielbrüstigen (Carinatae) ab, und demnach kann man die ganze Klasse in drei Unterklassen eintheilen.

Die erste Unterklasse, die reptilienschwänzigen oder fiederschwänzigen Vögel (Saururae) sind bis jetzt bloß durch einen einzigen und noch dazu unvollständigen fossilen Abdruck bekannt, welcher aber als die älteste und dabei sehr eigenthümliche Vogelversteinerung eine hohe Bedeutung beansprucht. Das ist der Urgreif oder die Archaeopteryx lithographica, welche bis jetzt erst in einem Ex-

emplar in dem lithographischen Schiefer von Solenhofen, im oberen Jura von Baiern, gefunden wurde. Dieser merkwürdige Vogel scheint im Ganzen Größe und Wuchs eines starken Raben gehabt zu haben, namentlich was die wohl erhaltenen Beine betrifft; Kopf und Brust fehlen leider. Die Flügelbildung weicht schon etwas von derjenigen der anderen Vögel ab, noch viel mehr aber der Schwanz. Bei allen übrigen Vögeln ist der Schwanz sehr kurz, aus wenigen kurzen Wirbeln zusammengesetzt. Die letzten derselben sind zu einer dünnen senkrecht stehenden Knochenplatte verwachsen, an welcher sich die Steuerfedern des Schwanzes fächerförmig ansetzen. Die Archäopteryx dagegen hat einen langen Schwanz, wie die Eidechsen, aus zahlreichen (20) langen und dünnen Wirbeln zusammengesetzt, und an jedem Wirbel sitzen zweizeilig ein paar starke Steuerfedern, so daß der ganze Schwanz regelmäßig gefiedert erscheint. Dieselbe Bildung der Schwanzwirbelsäule zeigt sich bei den Embryonen der übrigen Vögel vorübergehend, so daß offenbar der Schwanz der Archäopteryx die ursprüngliche, von den Reptilien ererbte Form des Vogelschwanzes darstellt. Wahrscheinlich lebten ähnliche Vögel mit Eidechsenschwanz um die mittlere Secundärzeit in großer Menge; der Zufall hat uns aber erst diesen einen Rest bis jetzt enthüllt.

Zu den fächerschwänzigen oder kielbrüstigen Vögeln (Carinatae), welche die zweite Unterklasse bilden, gehören alle jetzt lebenden Vögel, mit Ausahme der straußartigen oder Ratiten. Sie haben sich wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Secundärzeit, in der Antekretazeit oder in der Kreidezeit, aus den fiederschwänzigen durch Verwachsung der hinteren Schwanzwirbel und Verkürzung des Schwanzes entwickelt. Aus der Secundärzeit kennt man von ihnen nur sehr wenige Reste, und zwar nur aus dem letzten Abschnitt derselben, aus der Kreide. Diese Reste gehören einem albatrosartigen Schwimmvogel und einem schnepfenartigen Stelzvogel an. Alle übrigen bis jetzt bekannten versteinerten Vogelreste sind in den Tertiärschichten gefunden worden, und zeigen, daß die Klasse erst in der Tertiärzeit ihre eigentliche Entwickelung und Ausbreitung erreichte.

Die straußartigen oder flaumschwänzigen Vögel (Ratitae), auch Laufvögel (Cursores) genannt, die dritte und letzte Unterklasse, ist gegenwärtig nur noch durch wenige lebende Arten vertreten, durch den zweizehigen afrikanischen Strauß, den dreizehigen amerikanischen und neuholländischen Strauß, den indischen Casuar, und den vierzehigen Kiwi oder Apteryx von Neuseeland. Auch die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagaskar (Aepyornis) und von Neuseeland (Dinornis), welche viel größer waren als die jetzt lebenden größten Strauße, gehören zu dieser Gruppe. Wahrscheinlich sind die straußartigen Vögel durch Abgewöhnung des Fliegens, durch die damit verbundene Rückbildung der Flugmuskeln und des denselben zum Ansatz dienenden Brustbeinkammes, und durch entsprechend stärkere Ausbildung der Hinterbeine zum Laufen, aus einem Zweige der kielbrüstigen Vögel entstanden. Vielleicht sind dieselben jedoch auch, wie Huxley meint, nächste Verwandte der Dinausaurier, und der diesen nahestehenden Reptilien, namentlich des Compsognathus. In diesem Falle würden die Kielbrüstigen erst später aus den straußartigen, als der ursprünglichen Stammgruppe der Klasse, entstanden sein.

Da die nähere Betrachtung der geschichtlichen und genealogischen Entwickelung der einzelnen Vogelordnungen gar kein besonderes Interesse hat, wenden wir uns nun sogleich zum Stammbaum der achten und letzten Wirbelthierklasse, der Säugethiere (Mammalia). Ohne Zweifel ist dies die bei weitem interessanteste, vollkommenste und wichtigste von allen Thierklassen. Denn in diese Klasse reiht die wissenschaftliche Zoologie auch den Menschen ein, und aus Gliedern dieser Klasse hat sich das Menschengeschlecht zunächst entwickelt. Wir müssen daher der Geschichte und dem Stammbaum der Säugethiere unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Lassen Sie uns zu diesem Zwecke wieder zunächst das System dieser Thierklasse untersuchen.

Von den älteren Naturforschern wurde die Klasse der Säugethiere mit vorzüglicher Rücksicht auf die Bildung des Gebisses und der Füße in eine Reihe von 8 — 16 Ordnungen eingetheilt. Auf der tiefsten

Stufe dieser Reihe standen die Walfische, welche durch ihre fischähnliche Körpergestalt sich am meisten vom Menschen, der höchsten Stufe zu entfernen schienen. So unterschied Linné folgende acht Ordnungen: 1. Cete (Wale); 2. Belluae (Flußpferde und Pferde); 3. Pecora (Wiederkäuer); 4. Glires (Nagethiere und Nashorn); 5. Bestiae (Insectenfresser, Beutelthiere und verschiedene Andere); 6. Ferae (Raubthiere); 7. Bruta (Zahnarme und Elephanten); 8. Primates (Fledermäuse, Halbaffen, Affen und Menschen). Nicht viel über diese Klassification von Linné erhob sich diejenige von Cuvier, welche für die meisten folgenden Zoologen maßgebend wurde. Cuvier unterschied folgende acht Ordnungen: 1. Cetacea (Wale); 2. Ruminantia (Wiederkäuer); 3. Pachyderma (Hufthiere nach Ausschluß der Wiederkäuer); 4. Edentata (Zahnarme); 5. Rodentia (Nagethiere); 6. Carnassia (Beutelthiere, Raubthiere, Insectenfresser und Flederthiere); 7. Quadrumana (Halbaffen und Affen); 8. Bimana (Menschen).

Den bedeutendsten Fortschritt in der Klassification der Säugethiere that schon 1816 der ausgezeichnete, bereits vorher erwähnte Anatom Blainville, welcher zuerst mit tiefem Blick die drei natürlichen Hauptgruppen oder Unterklassen der Säugethiere erkannte, und sie nach der Bildung ihrer Fortpflanzungsorgane als Ornithodelphien, Didelphien und Monodelphien unterschied. Da diese Eintheilung heutzutage mit Recht bei allen wissenschaftlichen Zoologen wegen ihrer tiefen Begründung durch die Entwickelungsgeschichte als die beste gilt, so lassen Sie uns derselben auch hier folgen.

Die erste Unterklasse bilden die Kloakenthiere oder Brustlosen, auch Gabler oder Gabelthiere genannt (Ornithodelphia oder Amasta). Sie sind heutzutage nur noch durch zwei lebende Säugethierarten vertreten, die beide auf Neuholland und das benachbarte Vandiemensland beschränkt sind: das wegen seines Vogelschnabels sehr bekannte Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus) und das weniger bekannte, igelähnliche Landschnabelthier (Echidna hystrix). Diese beiden seltsamen Thiere, welche man in

der Ordnung der Schnabelthiere (Monotrema) zusammenfaßt, sind offenbar die letzten überlebenden Reste einer vormals formenreichen Thiergruppe, welche in der älteren Secundärzeit allein die Säugethierklasse vertrat, und aus der sich erst später, wahrscheinlich in der Jurazeit, die zweite Unterklasse, die Didelphien entwickelten. Leider sind uns von dieser ältesten Stammgruppe der Säugethiere, welche wir als Stammsäuger (Promammalia) bezeichnen wollen, bis jetzt noch keine fossilen Reste mit voller Sicherheit bekannt. Doch gehören dazu möglicherweise die ältesten bekannten von allen versteinerten Säugethierresten, nämlich der Microlestes antiquus, von dem man bis jetzt allerdings nur einige kleine Backzähne kennt. Diese sind in den obersten Schichten der Trias, im Keuper, und zwar zuerst (1847) in Deutschland (bei Degerloch unweit Stuttgart), später auch (1858) in England (bei Frome) gefunden worden. Aehnliche Zähne sind neuerdings auch in der nordamerikanischen Trias gefunden und als Dromatherium sylvestre beschrieben. Diese merkwürdigen Zähne, aus deren charakteristischer Form man auf ein insectenfressendes Säugethier schließen kann, sind die einzigen Reste von Säugethieren, welche man bis jetzt in den älteren Tertiärschichten, in der Trias gefunden hat. Vielleicht gehörten aber außer diesen auch noch manche andere, im Jura und der Kreide gefundene Säugethierzähne, welche jetzt gewöhnlich Beutelthieren zugeschrieben werden, eigentlich Kloakenthieren an. Bei dem Mangel der charakteristischen Weichtheile läßt sich dies nicht sicher entscheiden. Jedenfalls müssen dem Auftreten der Beutelthiere zahlreiche, mit entwickeltem Gebiß und mit einer Kloake versehene Gabelthiere vorangegangen sein.

Die Bezeichnung: „Kloakenthiere" (Monotrema) im weiteren Sinne haben die Ornithodelphien wegen der Kloake erhalten, durch deren Besitz sie sich von allen übrigen Säugethieren unterscheiden, und dagegen mit den Vögeln, Reptilien, Amphibien, überhaupt mit den niederen Wirbelthieren übereinstimmen. Die Kloakenbildung besteht darin, daß der letzte Abschnitt des Darmkanals die Mündungen des Urogenitalapparats, d. h. der vereinigten Harn- und Geschlechtsorgane

aufnimmt, während diese bei allen übrigen Säugethieren (Didelphien sowohl als Monodelphien) getrennt vom Mastdarm ausmünden. Jedoch ist auch bei diesen in der ersten Zeit des Embryolebens die Kloakenbildung vorhanden, und erst später (beim Menschen gegen die zwölfte Woche der Entwickelung) tritt die Trennung der beiden Mündungsöffnungen ein. „Gabelthiere“ hat man die Kloakenthiere auch wohl genannt, weil die vorderen Schlüsselbeine mittelst des Brustbeines mit einander in der Mitte zu einem Knochenstück verwachsen sind, ähnlich dem bekannten „Gabelbein“ der Vögel. Bei den übrigen Säugethieren bleiben die beiden Schlüsselbeine vorn völlig getrennt, und verwachsen nicht mit dem Brustbein. Ebenso sind die hinteren Schlüsselbeine oder Coracoidknochen bei den Gabelthieren viel stärker als bei den übrigen Säugethieren entwickelt und verbinden sich mit dem Brustbein.

Auch in vielen übrigen Charakteren, namentlich in der Bildung der inneren Geschlechtsorgane, des Gehörlabyrinthes und des Gehirns, schließen sich die Schnabelthiere näher den übrigen Wirbelthieren als den Säugethieren an, so daß man sie selbst als eine besondere Klasse von diesen hat trennen wollen. Jedoch gebären sie, gleich allen anderen Säugethieren, lebendige Junge, welche eine Zeitlang von der Mutter mit ihrer Milch ernährt werden. Während aber bei allen übrigen die Milch durch die Saugwarzen oder Zitzen der Milchdrüse entleert wird, fehlen diese den Schnabelthieren gänzlich, und die Milch tritt einfach aus einer Hautspalte hervor. Man kann sie daher auch als Brustlose oder Zitzenlose (Amasta) bezeichnen.

Die auffallende Schnabelbildung der beiden noch lebenden Schnabelthiere, welche mit Verkümmerung der Zähne verbunden ist, muß offenbar nicht als wesentliches Merkmal der ganzen Unterklasse der Kloakenthiere, sondern als ein zufälliger Anpassungscharakter angesehen werden, welcher die letzten Reste der Klasse von der ausgestorbenen Hauptgruppe ebenso unterscheidet, wie die Bildung eines ähnlichen zahnlosen Rüssels manche Zahnarme (z. B. die Ameisenfresser) vor den übrigen Placentalthieren auszeichnet. Die unbekannten aus-

gestorbenen Stammsäugethiere oder Promammalien, die in der Triaszeit lebten, und von denen die beiden heutigen Schnabelthiere nur einen einzelnen, verkümmerten und einseitig ausgebildeten Ast darstellen, besaßen wahrscheinlich ein sehr entwickeltes Gebiß, gleich den Beutelthieren, die sich zunächst aus ihnen entwickelten.

Die Beutelthiere oder Beutler (Didelphia oder Marsupialia), die zweite von den drei Unterklassen der Säugethiere, vermittelt in jeder Hinsicht, sowohl in anatomischer und embryologischer, als in genealogischer und historischer Beziehung, den Uebergang zwischen den beiden anderen, den Kloakenthieren und Placentalthieren. Zwar leben von dieser Gruppe noch jetzt zahlreiche Vertreter, namentlich die allbekannten Kängurus, Beutelratten und Beutelhunde. Allein im Ganzen geht offenbar auch diese Unterklasse, gleich der vorhergehenden, ihrem völligen Aussterben entgegen, und die noch lebenden Glieder derselben sind die letzten überlebenden Reste einer großen und formenreichen Gruppe, welche während der jüngeren Secundärzeit und während der älteren Tertiärzeit vorzugsweise die Säugethierklasse vertrat. Wahrscheinlich haben sich die Beutelthiere um die Mitte der mesolithischen Zeit (während der Juraperiode?) aus einem Zweige der Kloakenthiere entwickelt, und im Beginn der Tertiärzeit ging wiederum aus den Beutelthieren die Gruppe der Placentalthiere hervor, welcher die ersteren dann bald im Kampfe um's Dasein unterlagen. Alle fossilen Reste von Säugethieren, welche wir aus der Secundärzeit kennen, gehören entweder ausschließlich Beutelthieren, oder (zum Theil vielleicht?) Kloakenthieren an. Damals scheinen Beutelthiere über die ganze Erde verbreitet gewesen zu sein. Selbst in Europa (England, Frankreich) finden wir zahlreiche Reste derselben. Dagegen sind die letzten Ausläufer der Unterklasse, welche jetzt noch leben, auf ein sehr enges Verbreitungsgebiet beschränkt, nämlich auf Neuholland, auf den australischen und einen kleinen Theil des asiatischen Archipelagus. Einige wenige Arten leben auch noch in Amerika; hingegen lebt in der Gegenwart kein einziges Beutelthier mehr auf dem Festlande von Asien, Afrika und Europa.

Die Beutelthiere führen ihren Namen von der bei den meisten wohl entwickelten beutelförmigen Tasche (Marsupium), welche sich an der Bauchseite der weiblichen Thiere vorfindet, und in welcher die Mutter ihre Jungen noch eine geraume Zeit lang nach der Geburt umherträgt. Dieser Beutel wird durch zwei charakteristische Beutelknochen gestützt, welche auch den Schnabelthieren zukommen, den Placentalthieren dagegen fehlen. Das junge Beutelthier wird in viel unvollkommener Gestalt geboren, als das junge Placentalthier, und erreicht erst, nachdem es einige Zeit im Beutel sich entwickelt hat, denjenigen Grad der Ausbildung, welchen das letztere schon gleich bei seiner Geburt besitzt. Bei dem Riesenkänguruh, welches Mannshöhe erreicht, ist das neugeborene Junge, welches nicht viel über fünf Wochen von der Mutter im Fruchtbehälter getragen wurde, nicht mehr als zolllang, und erreicht seine wesentliche Ausbildung erst in dem Beutel der Mutter, wo es gegen neun Monate, an der Zitze der Milchdrüse festgesaugt, hängen bleibt.

Die verschiedenen Abtheilungen, welche man gewöhnlich als sogenannte Familien in der Unterklasse der Beutelthiere unterscheidet, verdienen eigentlich den Rang von selbstständigen Ordnungen, da sie sich in der mannichfaltigen Differenzirung des Gebisses und der Gliedmaßen in ähnlicher Weise, wenn auch nicht so scharf, von einander unterscheiden, wie die verschiedenen Ordnungen der Placentalthiere. Zum Theil entsprechen sie den letzteren vollkommen. Offenbar hat die Anpassung an ähnliche Lebensverhältnisse in den beiden Unterklassen der Marsupialien und Placentalien ganz entsprechende oder analoge Umbildungen der ursprünglichen Grundform bewirkt. Man kann in dieser Hinsicht ungefähr acht Ordnungen von Beutelthieren unterscheiden, von denen die eine Hälfte die Hauptgruppe oder Legion der pflanzenfressenden, die andere Hälfte die Legion der fleischfressenden Marsupialien bildet. Von beiden Legionen finden sich (falls man nicht auch den vorher erwähnten Mikrolestes und das Dromatherium der Trias hierher ziehen will) die ältesten fossilen Reste im Jura vor, und zwar in den Schiefern von Stonesfield, bei Oxford in England. Diese

Schiefer gehören der Bathformation oder dem unteren Oolith an, derjenigen Schichtengruppe, welche unmittelbar über dem Lias, der ältesten Jurabildung liegt (Vergl. S. 307). Allerdings bestehen die Beutelthierreste, welche in den Schiefern von Stonesfield gefunden wurden, und ebenso diejenigen, welche man später in den Purbeckschichten fand, nur aus Unterkiefern (Vergl. S. 311). Allein glücklicherweise gehört gerade der Unterkiefer zu den am meisten charakteristischen Skelettheilen der Beutelthiere. Er zeichnet sich nämlich durch einen hakenförmigen Fortsatz des nach unten und hinten gekehrten Unterkieferwinkels aus, welcher weder den Placentalthieren noch den (heute lebenden) Schnabelthieren zukömmt, und wir können aus der Anwesenheit dieses Fortsatzes an den Unterkiefern von Stonesfield schließen, daß sie Beutelthieren angehört haben.

Von den pflanzenfressenden Beutelthieren (Botanophaga) kennt man bis jetzt aus dem Jura nur zwei Versteinerungen, nämlich den Stereognathus oolithicus aus den Schiefern von Stonesfield (unterer Oolith) und den Plagiaulax Becklesii aus den mittleren Purbeckschichten (oberer Oolith). Dagegen finden sich in Neuholland riesige versteinerte Reste von ausgestorbenen Beutelthieren der Diluvialzeit (Diprotodon und Nototherium), welche weit größer als die größten noch lebenden Marsupialien waren. Diprotodon australis, dessen Schädel allein drei Fuß lang ist, übertraf das Flußpferd oder den Hippopotamus, dem es im Ganzen an schwerfälligem und plumpem Körperbau glich, noch an Größe. Man kann diese ausgestorbene Gruppe, welche wahrscheinlich den riesigen placentalen Hufthieren der Gegenwart, den Flußpferden und Rhinoceros, entspricht, wohl als Hufbeutler (Barypoda) bezeichnen. Diesen sehr nahe steht die Ordnung der Känguruhs oder Springbeutler (Macropoda), die Sie alle aus den zoologischen Gärten kennen. Sie entsprechen durch die sehr verkürzten Vorderbeine, die sehr verlängerten Hinterbeine und den sehr starken Schwanz, der als Springstange dient, den Springmäusen unter den Nagethieren. Durch ihr Gebiß erinnern sie dagegen an die Pferde, und durch ihre zusammengesetzte

Magenbildung an die Wiederkäuer. Eine dritte Ordnung von pflanzenfressenden Beutelthieren entspricht durch ihr Gebiß den Nagethieren, und durch ihre unterirdische Lebensweise noch besonders den Wühlmäusen. Wir können dieselben daher als Nagebeutler oder wurzelfressende Beutelthiere (Rhizophaga) bezeichnen. Sie ist gegenwärtig nur noch durch das australische Wombat (Phascolomys) vertreten. Eine vierte und letzte Ordnung von pflanzenfressenden Beutelthieren endlich bilden die Kletterbeutler oder früchtefressenden Beutelthiere (Carpophaga), welche in ihrer Lebensweise und Gestalt theils den Eichhörnchen, theils den Affen entsprechen (Phalangista, Phascolarctus).

Die zweite Legion der Marsupialien, die fleischfressenden Beutelthiere (Zoophaga), zerfallen ebenfalls in vier Hauptgruppen oder Ordnungen. Die älteste von diesen ist die der Urbeutler oder insectenfressenden Beutelthiere (Cantharophaga). Zu dieser gehören wahrscheinlich die Stammformen der ganzen Legion, und vielleicht auch der ganzen Unterklasse. Wenigstens gehören alle stonesfielder Unterkiefer (mit Ausnahme des erwähnten Stereognathus) insectenfressenden Beutelthieren an, welche in dem jetzt noch lebenden Myrmecobius ihren nächsten Verwandten besitzen. Doch war bei einem Theile jener oolithischen Urbeutler die Zahl der Zähne größer, als bei allen übrigen bekannten Säugethieren, indem jede Unterkieferhälfte von Thylacotherium 16 Zähne enthält (3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 6 falsche und 6 wahre Backzähne). Wenn in dem unbekannten Oberkiefer eben so viele Zähne saßen, so hatte Thylacotherium nicht weniger als 64 Zähne, gerade doppelt so viel als der Mensch. Die Urbeutler entsprechen im Ganzen den Insectenfressern unter den Placentalthieren, zu denen Igel, Maulwurf und Spitzmaus gehören. Eine zweite Ordnung, die sich wahrscheinlich aus einem Zweige der ersteren entwickelt hat, sind die Rüsselbeutler oder zahnarmen Beutelthiere (Edentula), welche durch die rüsselförmig verlängerte Schnauze, das verkümmerte Gebiß und die demselben entsprechende Lebensweise an die Zahnarmen oder Edentaten

Systematische Uebersicht der Legionen, Ordnungen und Unterordnungen der Säugethiere.

I. Erste Unterklasse der Säugethiere: Gabler oder Kloakenthiere (Amasta oder Ornithodelphia).

Säugethiere mit Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

I. Stammsäuger Promammalia	Unbekannte ausgestorbene Säugethiere der Triaszeit		(Microlestes?) (Dromatherium?)
II. Schnabelthiere Monotrema	1. Wasser-Schnabelthiere	1. Ornithorhynchida	1. Ornithorhynchus paradoxus
	2. Land-Schnabelthiere	2. Echidnida	2. Echidna hystrix

II. Zweite Unterklasse der Säugethiere: Beutler oder Beutelthiere (Marsupialia oder Didelphia).

Säugethiere ohne Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

Legionen der Beutelthiere	Ordnungen der Beutelthiere	Systematischer Name der Ordnungen	Familien der Beutelthiere
III. Pflanzenfressende Beutelthiere Marsupialia Botanophaga	1. Huf-Beutelthiere (Hufbeutler)	1. Barypoda	1. Stereognathida 2. Nototherida 3. Diprotodontia
	2. Känguruh-Beutelthiere (Springbeutler)	2. Macropoda	4. Plagiaulacida 5. Halmaturida 6. Dendrolagida
	3. Wurzelfressende Beutelthiere (Nagebeutler)	3. Rhizophaga	7. Phascolomyida
	4. Früchtefressende Beutelthiere (Kletterbeutler)	4. Carpophaga	8. Phascolarctida 9. Phalangistida 10. Petaurida
IV. Fleischfressende Beutelthiere Marsupialia Zoophaga	5. Insectenfressende Beutelthiere (Urbeutler)	5. Cantharophaga	11. Thylacotherida 12. Spalacotherida 13. Myrmecobida 14. Peramelida
	6. Zahnarme Beutelthiere (Rüsselbeutler)	6. Edentula	15. Tarsipedina
	7. Raub-Beutelthiere (Raubbeutler)	7. Creophaga	16. Dasyurida 17. Thylacinida 18. Thylacoleonida
	8. Affenfüßige Beutelthiere (Handbeutler)	8. Pedimana	19. Chironectida 20. Didelphyida

III. Dritte Unterklasse der Säugethiere: Placentner oder Placentalthiere: Placentalia oder Monodelphia.

Säugethiere ohne Kloake, mit Placenta, ohne Beutelknochen.

Legionen der Placentalthiere	Ordnungen der Placentalthiere	Unterordnungen der Placentalthiere	Systematischer Name der Unterordnungen
III, 1. Indecidua. Placentalthiere ohne Decidua.			
V. Hufthiere **Ungulata**	I. Unpaarhufer *Perissodactyla*	1. Tapirartige	1. Tapiromorpha
		2. Pferdeartige	2. Solidungula
	II. Paarhufer *Artiodactyla*	3. Schweineartige	3. Choeromorpha
		4. Wiederkäuer	4. Ruminantia
VI. Walthiere **Cetacea**	III. Pflanzenwale *Phycoceta*	5. Seerinder	5. Sirenia
	IV. Fleischwale *Sarcoceta*	6. Walfische	6. Autoceta
		7. Zeuglodonten	7. Zeugloceta
VII. Zahnarme **Edentata**	V. Scharrthiere *Effodientia*	8. Ameisenfresser	8. Vermilinguia
		9. Gürtelthiere	9. Cingulata
	VI. Faulthiere *Bradypoda*	10. Riesenfaulthiere	10. Gravigrada
		11. Zwergfaulthiere	11. Tardigrada
III, 2. Deciduata. Placentalthiere mit Decidua.			
VIII. Gürtelplacentner **Zonoplacentalia**	VII. Raubthiere *Carnaria*	12. Landraubthiere	12. Carnivora
		13. Seeraubthiere	13. Pinnipedia
	VIII. Scheinhufthiere *Chelophora*	14. Klippdasse	14. Lamnungia
		15. Toxodonten	15. Toxodontia
		16. Dinotherien	16. Gonyognatha
		17. Elephanten	17. Proboscidea
IX. Scheibenplacentner **Discoplacentalia**	IX. Nagethiere *Rodentia*	18. Eichhornartige	18. Sciuromorpha
		19. Mäuseartige	19. Myomorpha
		20. Stachelschweinartige	20. Hystrichomorpha
		21. Hasenartige	21. Lagomorpha
	X. Halbaffen *Prosimiae*	22. Fingerthiere	22. Leptodactyla
		23. Pelzflatterer	23 Ptenopleura
		24. Langfüßer	24. Macrotarsi
		25. Kurzfüßer	25. Brachytarsi
	XI. Insectenfresser *Insectivora*	26. Blinddarmträger	26. Menotyphla
		27. Blinddarmlose	27. Lipotyphla
	XII. Flederthiere *Chiroptera*	28. Flederhunde	28. Pterocynes
		29. Fledermäuse	29. Nycterides
	XIII. Affen *Simiae*	30. Krallenaffen	30. Arctopitheci
		31. Plattnasen	31. Platyrrhinae
		32. Schmalnasen	32. Catarrhinae

unter den Placentalien, insbesondere an die Ameisenfresser erinnern. Andrerseits entsprechen die Raubbeutler oder Raubbeutelthiere (Creophaga) durch Lebensweise und Bildung des Gebisses den eigentlichen Raubthieren oder Carnivoren unter den Placentalthieren. Es gehören dahin der Beutelmarder (Dasyurus) und der Beutelwolf (Thylacinus) von Neuholland. Obwohl letzterer die Größe des Wolfes erreicht, ist er doch ein Zwerg gegen die ausgestorbenen Beutellöwen Australiens (Thylacoleo), welche mindestens von der Größe des Löwen waren und Reißzähne von mehr als zwei Zoll Länge besaßen. Die achte und letzte Ordnung endlich bilden die Handbeutler oder die affenfüßigen Beutelthiere (Pedimana), welche sowohl in Australien als in Amerika leben. Sie finden sich häufig in zoologischen Gärten, namentlich verschiedene Arten der Gattung Didelphys, unter dem Namen der Beutelratten, Buschratten oder Opossum bekannt. An ihren Hinterfüßen kann der Daumen unmittelbar den vier übrigen Zehen entgegengesetzt werden, wie bei einer Hand, und sie schließen sich dadurch unmittelbar an die Halbaffen oder Prosimien unter den Placentalthieren an. Es wäre möglich, daß diese letzteren wirklich den Handbeutlern nächstverwandt sind und aus längst ausgestorbenen Vorfahren derselben sich entwickelt haben.

Die Genealogie der Beutelthiere ist sehr schwierig zu errathen, vorzüglich deßhalb, weil wir die ganze Unterklasse nur höchst unvollständig kennen, und die jetzt lebenden Marsupialien offenbar nur die letzten Reste des früheren Formenreichthums darstellen. Vielleicht haben sich die Handbeutler, Raubbeutler, und Rüsselbeutler als drei divergente Aeste aus der gemeinsamen Stammgruppe der Urbeutler entwickelt. In ähnlicher Weise sind vielleicht andrerseits die Nagebeutler, Springbeutler und Hufbeutler als drei auseinandergehende Zweige aus der gemeinsamen pflanzenfressenden Stammgruppe, den Kletterbeutlern hervorgegangen. Kletterbeutler aber und Urbeutler sind zwei divergente Aeste der gemeinsamen Stammform aller Beutelthiere, welche während der älterern Secundärzeit aus den Kloakenthieren entstand.

Die dritte und letzte Unterklasse der Säugethiere bilden die Placentalthiere oder Placentner (Monodelphia oder Placentalia). Sie ist bei weitem die wichtigste, umfangreichste und vollkommenste von den drei Unterklassen. Denn zu ihr gehören alle bekannten Säugethiere nach Ausschluß der Beutelthiere und Schnabelthiere. Auch der Mensch gehört dieser Unterklasse an und hat sich aus niederen Stufen derselben entwickelt.

Die Placentalthiere unterscheiden sich, wie ihr Name sagt, von den übrigen Säugethieren vor Allem durch den Besitz eines sogenannten Mutterkuchens oder Aderkuchens (Placenta). Das ist ein sehr eigenthümliches und merkwürdiges Organ, welches bei der Ernährung des im Mutterleibe sich entwickelnden Jungen eine höchst wichtige Rolle spielt. Die Placenta oder der Mutterkuchen (auch Nachgeburt genannt) ist ein weicher, schwammiger, rother Körper von sehr verschiedener Form und Größe, welcher zum größten Theile aus einem unentwirrbaren Geflecht von Adern oder Blutgefäßen besteht. Ihre Bedeutung besteht in dem Stoffaustausch des ernährenden Blutes zwischen dem mütterlichen Fruchtbehälter oder Uterus und dem Leibe des Keimes oder Embryo (s. oben S. 243). Weder bei den Beutelthieren noch bei den Schnabelthieren ist dieses höchst wichtige Organ entwickelt. Von diesen beiden Unterklassen unterscheiden sich aber auch außerdem die Placentalthiere noch durch manche andere Eigenthümlichkeiten, so namentlich durch den Mangel der Beutelknochen, durch die höhere Ausbildung der inneren Geschlechtsorgane und durch die vollkommenere Entwickelung des Gehirns, namentlich des sogenannten Schwielenkörpers oder Balkens (Corpus callosum), welcher als mittlere Commissur oder Querbrücke die beiden Halbkugeln des großen Gehirns mit einander verbindet. Auch fehlt den Placentalien der eigenthümliche Hakenfortsatz des Unterkiefers, welcher die Beutelthiere auszeichnet. Wie in diesen anatomischen Beziehungen die Beutelthiere zwischen den Gabelthieren und Placentalthieren in der Mitte stehen, wird Ihnen am besten durch nachfolgende Zusammenstellung der wichtigsten Charaktere der drei Unterklassen klar werden.

Drei Unterklassen der Säugethiere	Kloakenthiere Amasta oder Ornithodelphia	Beutelthiere Marsupialia oder Didelphia	Placentalthiere Placentalia oder Monodelphia
1. Kloakenbildung	bleibend	embryonal	embryonal
2. Zitzen der Brustdrüse oder Milchwarzen	fehlend	vorhanden	vorhanden
3. Vordere Schlüsselbeine oder Claviculae in der Mitte mit dem Brustbein zu einem Gabelbein verwachsen	verwachsen	nicht verwachsen	nicht verwachsen
4. Beutelknochen	vorhanden	vorhanden	fehlend
5. Schwielenkörper des Gehirns	nicht entwickelt	nicht entwickelt	stark entwickelt
6. Placenta oder Mutterkuchen	fehlend	fehlend	vorhanden

Die Placentalthiere sind in weit höherem Maaße mannichfaltig differenzirt und vervollkommnet, als die Beutelthiere, und man hat daher dieselben längst in eine Anzahl von Ordnungen gebracht, die sich hauptsächlich durch die Bildung des Gebisses und der Füße unterscheiden. Noch wichtiger aber, als diese, ist die verschiedenartige Ausbildung der Placenta und die Art ihres Zusammenhanges mit dem mütterlichen Fruchtbehälter. Bei den niederen drei Hauptordnungen der Placentalthiere nämlich, bei den Hufthieren, Walthieren und Zahnarmen, entwickelt sich zwischen dem mütterlichen und kindlichen Theil der Placenta nicht jene eigenthümliche schwammige Haut, welche man als hinfällige Haut oder Decidua bezeichnet. Diese findet sich ausschließlich bei den sieben höher stehenden Ordnungen der Placentalthiere, und wir können diese letzteren daher nach Huxley in der Hauptgruppe der Deciduathiere (Deciduata) vereinigen. Diesen stehen die drei erstgenannten Legionen als Decidualose (Indecidua) gegenüber.

Die Placenta unterscheidet sich bei den verschiedenen Ordnungen der Placentalthiere aber nicht allein durch die wichtigen inneren Structurverschiedenheiten, welche mit dem Mangel oder der Anwesenheit einer Decidua verbunden sind, sondern auch durch die äußere Form

des Mutterkuchens selbst. Bei den Indeciduen besteht derselbe meistens aus zahlreichen einzelnen, zerstreuten Gefäßknöpfen oder Zotten, und man kann daher diese Gruppe auch als Zottenplacentner (Sparsiplacentalia) bezeichnen. Bei den Deciduaten dagegen sind die einzelnen Gefäßzotten zu einem zusammenhängenden Kuchen vereinigt, und dieser erscheint in zweierlei verschiedener Gestalt. In den einen nämlich umgiebt er den Embryo in Form eines geschlossenen Gürtels oder Ringes, so daß nur die beiden Pole der länglichrunden Eiblase von Zotten frei bleiben. Das ist der Fall bei den Raubthieren (Carnaria) und den Scheinhufern (Chelophora), die wir deßhalb als Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) zusammenfassen. In den anderen Deciduathieren dagegen, zu welchen auch der Mensch gehört, bildet die Placenta eine einfache runde Scheibe, und wir nennen sie daher Scheibenplacentner (Discoplacentalia). Das sind die fünf Ordnungen der Halbaffen, Nagethiere, Insectenfresser, Flederthiere und Affen, von welchen letzteren auch der Mensch im zoologischen Systeme nicht zu trennen ist.

Daß die Placentalthieren erst aus den Beutelthieren sich entwickelt haben, darf auf Grund ihrer vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte als ganz sicher angesehen werden, und wahrscheinlich fand diese höchst wichtige Entwickelung, die erste Entstehung der Placenta, erst im Beginn der Tertiärzeit, während der Anteocen-Periode, statt. Dagegen gehört zu den schwierigsten Fragen der thierischen Genealogie die wichtige Untersuchung, ob alle Placentalthiere aus einem oder aus mehreren getrennten Zweigen der Beutlergruppe entstanden sind, mit anderen Worten, ob die Entstehung der Placenta einmal oder mehrmal statt hatte. Als ich vor zwei Jahren in meiner generellen Morphologie zum ersten Male den Stammbaum der Säugethiere zu begründen versuchte, zog ich auch hier, wie meistens, die monophyletische oder einwurzelige Descendenzhypothese der polyphyletischen oder vielwurzeligen vor. Ich nahm an, daß alle Placentner von einer einzigen Beutelthierform abstammten, die zum ersten Male eine Placenta zu bilden begann. Dann wären die Sparsiplacentalien, Zonopla-

centalien und Discoplacentalien vielleicht als drei divergente Aeste jener gemeinsamen placentalen Stammform aufzufassen, oder man könnte auch denken, daß die beiden letzteren, die Deciduaten, sich erst später aus den Indeciduen entwickelt hätten, die ihrerseits unmittelbar aus den Beutlern entstanden seien. Jedoch giebt es andrerseits auch gewichtige Gründe für die andere Alternative, daß nämlich mehrere von Anfang verschiedene Placentnergruppen aus mehreren verschiedenen Beutlergruppen entstanden seien, daß also die Placenta selbst sich mehrmals unabhängig von einander gebildet habe. Dies ist unter anderen die Ansicht des ausgezeichnetsten englischen Zoologen, Huxley's. In diesem Falle wären zunächst als zwei ganz getrennte Gruppen vielleicht die Indeciduen und Deciduaten aufzufassen. Von den Indeciduen wäre möglicherweise die Ordnung der Hufthiere, als die Stammgruppe, aus den pflanzenfressenden Hufbeutlern oder Barypoden entstanden. Unter den Deciduaten dagegen würde vielleicht die Ordnung der Halbaffen, als gemeinsame Stammgruppe der übrigen Ordnungen, aus den Handbeutlern oder Pedimanen entstanden sein. Es wäre aber auch wohl möglich, daß die Deciduaten selbst wieder aus mehreren verschiedenen Beutler-Ordnungen entstanden seien, die Raubthiere z. B. aus den Raubbeutlern, die Nagethiere aus den Nagebeutlern, die Halbaffen aus den Handbeutlern u. s. w. Da wir zur Zeit noch kein genügendes Erfahrungsmaterial besitzen, um diese äußerst schwierige Frage zu lösen, so lassen wir dieselbe auf sich beruhen, und wenden uns zur Geschichte der verschiedenen Placentner-Ordnungen, deren Stammbaum sich im Einzelnen oft in großer Vollständigkeit feststellen läßt.

Als die Stammgruppe der Decidualosen oder Zottenplacentner müssen wir, wie schon bemerkt, die Ordnung der Hufthiere (Ungulata) auffassen, aus welcher sich die beiden anderen Ordnungen, Walthiere und Zahnarme, wahrscheinlich erst später als zwei divergente Gruppen durch Anpassung an sehr verschiedene Lebensweise entwickelt haben. Doch sind die Zahnarmen oder Edentaten vielleicht auch ganz anderen Ursprungs.

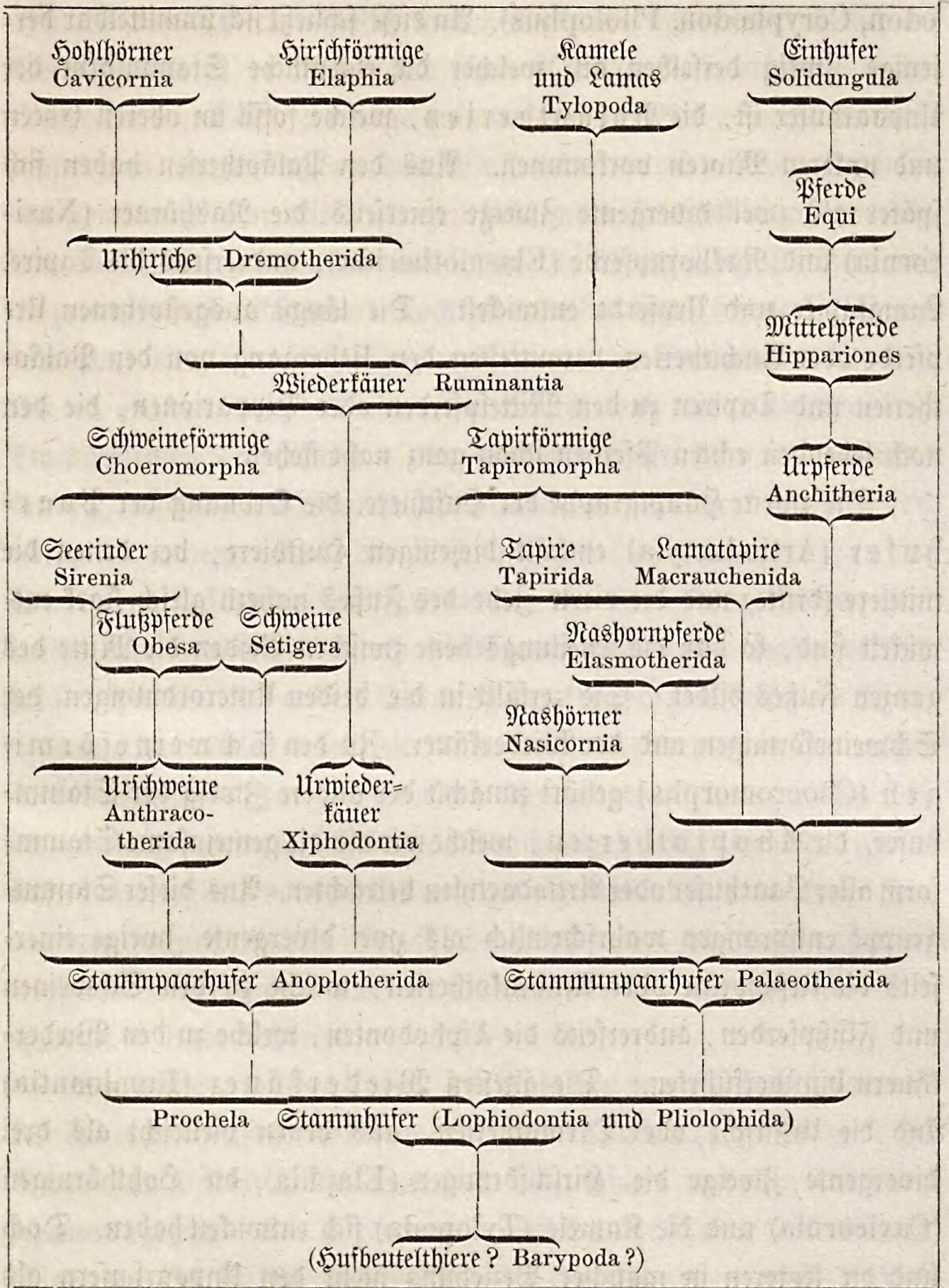
Die Hufthiere gehören in vieler Beziehung zu den wichtigsten und interessantesten Säugethieren. Sie zeigen deutlich, wie uns das wahre Verständniß der natürlichen Verwandtschaft der Thiere niemals allein aus dem Studium der noch lebenden Formen, sondern stets nur durch gleichmäßige Berücksichtigung ihrer ausgestorbenen und versteinerten Blutsverwandten und Vorfahren erschlossen werden kann. Wenn man in herkömmlicher Weise allein die lebenden Hufthiere berücksichtigt, so erscheint es ganz naturgemäß, dieselben in drei gänzlich verschiedene Ordnungen einzutheilen, nämlich 1, die Pferde oder Einhufer (Solidungula oder Equina); 2, die Wiederkäuer oder Zweihufer (Bisulca oder Ruminantia); und 3, die Dickhäuter oder Vielhufer (Multungula oder Pachyderma). Sobald man aber die ausgestorbenen Hufthiere der Tertiärzeit mit in Betracht zieht, von denen wir sehr zahlreiche und wichtige Reste besitzen, so zeigt sich bald, daß jene Eintheilung, namentlich aber die Begrenzung der Dickhäuter, eine ganz künstliche ist, und daß diese drei Gruppen nur abgeschnittene Aeste des Hufthierstammbaums sind, welche durch ausgestorbene Zwischenformen auf das engste verbunden sind. Die eine Hälfte der Dickhäuter, Nashorn, Tapir und Paläotherien zeigen sich auf das nächste mit den Pferden verwandt, und besitzen gleich diesen unpaarzehige Füße. Die andere Hälfte der Dickhäuter dagegen, Schweine, Flußpferde und Anoplotherien, sind durch ihre paarzehigen Füße viel enger mit den Wiederkäuern, als mit jenen ersteren verbunden. Wir müssen daher zunächst als zwei natürliche Hauptgruppen unter den Hufthieren die beiden Ordnungen der Paarhufer und der Unpaarhufer unterscheiden, welche sich als zwei divergente Aeste aus der alttertiären Stammgruppe der Stammhufer oder Prochelen entwickelt haben.

Die Ordnung der Unpaarhufer (Perissodactyla) umfaßt diejenigen Ungulaten, bei denen die mittlere (oder dritte) Zehe des Fußes viel stärker als die übrigen entwickelt ist, so daß sie die eigentliche Mitte des Hufes bildet. Es gehört hierher zunächst die uralte gemeinsame Stammgruppe aller Hufthiere, die Stammhufer (Prochela), welche schon in den ältesten eocenen Schichten versteinert vorkommen (Lophi-

Systematische Uebersicht der Sektionen und Familien der Hufthiere oder Ungulaten.

(N. B. Die ausgestorbenen Familien sind durch ein † bezeichnet.)

Ordnungen der Hufthiere	Sektionen der Hufthiere	Familien der Hufthiere	Systematischer Name der Familien
I. Unpaarzehige Hufthiere **Ungulata perissodactyla**	I. Stammhufer † *Prochela*	1. Lophiodonten	1. Lophiodontia †
		2. Pliolophiden	2. Pliolophida †
	II. Tapirförmige *Tapiromorpha*	3. Stammunpaarhufer	3. Palaeotherida †
		4. Lamatapire	4. Macrauchenida †
		5. Tapire	5. Tapirida
		6. Nashörner	6. Nasicornia
		7. Nashornpferde	7. Elasmotherida †
	III. Einhufer *Solidungula*	8. Urpferde	8. Anchitherida †
		9. Pferde	9. Equina
II. Paarzehige Hufthiere **Ungulata artiodactyla**	IV. Schweineförmige *Choeromorpha*	10. Stammpaarhufer	10. Anoplotherida †
		11. Urschweine	11. Anthracotherida †
		12. Schweine	12. Setigera
		13. Flußpferde	13. Obesa
		14. Urwiederkäuer	14. Xiphodontia †
	V. Wiederkäuer *Ruminantia* — A. Hirschförmige *Elaphia*	a. 15. Urhirsche	15. Dremotherida †
		a. 16. Scheinmoschusthiere	16. Tragulida
		b. 17. Moschusthiere	17. Moschida
		b. 18. Hirsche	18. Cervina
		c. 19. Urgiraffen	19. Sivatherida †
		c. 20. Giraffen	20. Devexa
	B. Hohlhörner *Cavicornia*	d. 21. Urgazellen	21. Antilocaprina
		d. 22. Gazellen	22. Antilopina
		e. 23. Ziegen	23 Caprina
		e. 24. Schafe	24. Ovina
		e. 25. Rinder	25. Bovina
	C. Schwielenfüßer *Tylopoda*	26. Lamas	26. Auchenida
		27. Kamele	27. Camelida



Ungefähre Grundzüge des vermuthlichen Stammbaums der Hufthiere oder Ungulaten

odon, Coryphodon, Pliolophus). An diese schließt sich unmittelbar derjenige Zweig derselben an, welcher die eigentliche Stammform der Unpaarhufer ist, die Paläotherien, welche fossil im oberen Eocen und unteren Miocen vorkommen. Aus den Paläotherien haben sich später als zwei divergente Zweige einerseits die Nashörner (Nasicornia) und Nashornpferde (Elasmotherida), andrerseits die Tapire, Lamatapire und Urpferde entwickelt. Die längst ausgestorbenen Urpferde oder Anchitherien vermittelten den Uebergang von den Paläotherien und Tapiren zu den Mittelpferden oder Hipparionen, die den noch lebenden echten Pferden schon ganz nahe stehen.

Die zweite Hauptgruppe der Hufthiere, die Ordnung der Paarhufer (Artiodactyla) enthält diejenigen Hufthiere, bei denen die mittlere (dritte) und die vierte Zehe des Fußes nahezu gleich stark entwickelt sind, so daß die Theilungsebene zwischen Beiden die Mitte des ganzen Fußes bildet. Sie zerfällt in die beiden Unterordnungen der Schweineförmigen und der Wiederkäuer. Zu den Schweineförmigen (Choeromorpha) gehört zunächst der andere Zweig der Stammhufer, die Anoplotherien, welche wir als die gemeinsame Stammform aller Paarhufer oder Artiodactylen betrachten. Aus dieser Stammgruppe entsprangen wahrscheinlich als zwei divergente Zweige einerseits die Urschweine oder Anthrakotherien, welche zu den Schweinen und Flußpferden, andrerseits die Xiphodonten, welche zu den Wiederkäuern hinüberführten. Die ältesten Wiederkäuer (Ruminantia) sind die Urhirsche oder Dremotherien, aus denen vielleicht als drei divergente Zweige die Hirschförmigen (Elaphia), die Hohlhörnigen (Cavicornia) und die Kamele (Tylopoda) sich entwickelt haben. Doch sind die letzteren in mancher Beziehung mehr den Unpaarhufern als den echten Paarhufern verwandt. Wie sich die zahlreichen Familien der Hufthiere dieser genealogischen Hypothese entsprechend gruppiren, zeigt Ihnen vorstehende systematische Uebersicht (S. 476).

Aus Hufthieren, welche sich an das ausschließliche Leben im Wasser gewöhnten, und dadurch fischähnlich umbildeten, ist wahrscheinlich die merkwürdige Legion der Walthiere (Cetacea) entsprungen.

Obwohl diese Thiere äußerlich manchen echten Fischen sehr ähnlich erscheinen, sind sie dennoch, wie schon Aristoteles erkannte, echte Säugethiere. Durch ihren gesammten inneren Bau, sofern derselbe nicht durch Anpassung an das Wasserleben verändert ist, stehen sie den Hufthieren von allen übrigen bekannten Säugethieren am nächsten, und theilen namentlich mit ihnen den Mangel der Decidua und die zottenförmige Placenta. Noch heute bildet das Flußpferd (Hippopotamus) eine Art von Uebergangsform zu den Seerindern (Sirenia), und es ist demnach das wahrscheinlichste, daß die ausgestorbenen Stammformen der Cetaceen den heutigen Seerindern am nächsten standen, und sich aus Paarhufern entwickelten, welche dem Flußpferd verwandt waren. Aus der Ordnung der pflanzenfressenden Walthiere (Phycoceta), zu welcher die Seerinder gehören, und welche demnach wahrscheinlich die Stammformen der Legion enthält, hat sich späterhin die andere Ordnung der fleischfressenden Walthiere (Sarcoceta) entwickelt. Von diesen letzteren sind die ausgestorbenen riesigen Zeuglodonten (Zeugloceta), deren fossile Skelete vor einiger Zeit als angebliche „Seeschlangen" (Hydrarchus) großes Aufsehen erregten, vermuthlich nur ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der eigentlichen Walfische (Autoceta), zu denen außer den colossalen Bartenwalen auch die Potwale, Delphine, Narwale, Seeschweine u. s. w. gehören.

Die dritte und letzte Legion der Indeciduen oder Sparsiplacentalien bildet die seltsame Gruppe der Zahnarmen (Edentata). Sie ist aus den beiden Ordnungen der Scharrthiere und der Faulthiere zusammengesetzt. Die Ordnung der Scharrthiere (Effodientia) besteht aus den beiden Unterordnungen der Ameisenfresser (Vermilinguia, zu denen auch die Schuppenthiere gehören), und der Gürtelthiere (Cingulata), die früher durch die riesigen Glyptodonten vertreten waren. Die Ordnung der Faulthiere (Tardigrada) besteht aus den beiden Unterordnungen der kleinen jetzt noch lebenden Zwergfaulthiere (Bradypoda) und der ausgestorbenen schwerfälligen Riesenfaulthiere (Gravigrada). Die unge-

heuren versteinerten Reste dieser colossalen Pflanzenfresser deuten darauf hin, daß die ganze Legion im Aussterben begriffen und die heutigen Zahnarmen nur ein dürftiger Rest von den gewaltigen Edentaten der Diluvialzeit sind. Die nahen Beziehungen der noch heute lebenden Edentaten Südamerikas zu den ausgestorbenen Riesenformen, die sich neben jenen in demselben Erdtheil finden, machte auf Darwin bei seinem ersten Besuche Südamerikas einen solchen Eindruck, daß sie schon damals den Grundgedanken der Descendenztheorie in ihm anregten (S. oben S. 107). Uebrigens ist die Genealogie grade dieser Legion sehr schwierig. Vielleicht sind die Edentaten nichts weiter, als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Ungulaten; vielleicht liegt aber auch ihre Wurzel ganz wo anders.

Wir verlassen nun die erste Hauptgruppe der Placentner, die Decidualosen, und wenden uns zur zweiten Hauptgruppe, den Deciduathieren (Deciduata), welche sich von jenen so wesentlich durch den Besitz einer hinfälligen Haut oder Decidua während des Embryolebens unterscheiden. Hier begegnen wir zuerst einer sehr einheitlich organisirten und natürlichen Gruppe, nämlich der Ordnung der Raubthiere (Carnaria). Sie werden wohl auch Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) im engeren Sinne genannt, obwohl eigentlich gleicherweise die Scheinhufer oder Chelophoren diese Bezeichnung verdienen. Da aber diese letzteren im Uebrigen näher den Nagethieren als den Raubthieren verwandt sind, werden wir sie dort besprechen. Die Raubthiere zerfallen in zwei, äußerlich sehr verschiedene, aber innerlich nächst verwandte Unterordnungen, die Landraubthiere und die Seeraubthiere. Zu den Landraubthieren (Carnivora) gehören die Bären, Hunde, Katzen u. s. w., deren Stammbaum sich mit Hülfe vieler ausgestorbener Zwischenformen annähernd errathen läßt. Zu den Seeraubthieren oder Robben (Pinnipedia) gehören die Seebären, Seehunde, Seelöwen, und als eigenthümliche angepaßte Seitenlinie die Walrosse oder Walrobben. Obwohl die Seeraubthiere äußerlich den Landraubthieren sehr unähnlich erscheinen, sind sie denselben dennoch durch ihren inneren Bau, ihr Gebiß und ihre eigen-

thümliche gürtelförmige Placenta nächst verwandt und offenbar aus einem Zweige derselben, vermuthlich den Marderartigen (Mustelina) hervorgegangen. Noch heute bilden unter den letzteren die Fischottern (Lutra) und noch mehr die Seeottern (Enhydris) eine unmittelbare Uebergangsform zu den Robben, und zeigen uns deutlich, wie der Körper der Landraubthiere durch Anpassung an das Leben im Wasser robbenähnlich umgebildet wird, und wie aus den Gangbeinen der ersteren die Ruderflossen der Seeraubthiere entstanden sind. Die letzteren verhalten sich demnach zu den ersteren ganz ähnlich, wie unter den Indeciduen die Walthiere zu den Hufthieren. In gleicher Weise wie das Flußpferd noch heute zwischen den extremen Zweigen der Rinder und der Seerinder in der Mitte steht, bildet die Seeotter noch heute eine übriggebliebene Zwischenstufe zwischen den weit entfernten Zweigen der Löwen und der Seelöwen. Hier wie dort hat die gänzliche Umgestaltung der äußeren Körperform, welche durch Anpassung an ganz verschiedene Lebensbedingungen bewirkt wurde, die tiefe Grundlage der erblichen inneren Eigenthümlichkeiten nicht zu vermischen vermocht.

Von den übrigen Deciduaten (nach Ausschluß der Raubthiere) betrachte ich als gemeinsame Stammgruppe die Halbaffen (Prosimiae). Diese merkwürdigen Thiere wurden bisher in einer und derselben Ordnung, die Blumenbach als Vierhänder (Quadrumana) bezeichnete, mit den Affen vereinigt. Indessen trenne ich sie von diesen gänzlich, nicht allein deßhalb, weil sie von allen Affen viel mehr abweichen, als die verschiedensten Affen von einander, sondern auch, weil sie die interessantesten Uebergangsformen zu den übrigen Ordnungen der Deciduaten enthalten. Ich schließe daraus, daß die wenigen jetzt noch lebenden Halbaffen, welche überdies unter sich sehr verschieden sind, die letzten überlebenden Reste von einer fast ausgestorbenen, einstmals formenreichen Stammgruppe darstellen, aus welcher sich alle übrigen Deciduaten (vielleicht mit der einzigen Ausnahme der Raubthiere und der Scheinhufer) als divergente Zweige entwickelt haben. Die alte Stammgruppe der Halbaffen selbst hat sich

vermuthlich aus den Handbeutlern oder affenfüßigen Beutelthieren (Pedimana) entwickelt, welche in der Umbildung ihrer Hinterfüße zu einer Greifhand ihnen auffallend gleichen. Die uralten (wahrscheinlich in der Anteocen-Periode entstandenen) Stammformen selbst sind natürlich längst ausgestorben, ebenso die allermeisten Uebergangsformen zwischen denselben und den übrigen Deciduaten-Ordnungen. Aber einzelne Reste der letzteren haben sich in den heute noch lebenden Halbaffen erhalten. Unter diesen bildet das merkwürdige Fingerthier von Madagaskar (Chiromys madagascariensis) den Rest der Leptodactylen-Gruppe und den Uebergang zu den Nagethieren. Der seltsame Pelzflatterer der Südsee-Inseln und Sunda-Inseln (Galeopithecus), das einzige Ueberbleibsel der Ptenopleuren-Gruppe, ist eine vollkommene Zwischenstufe zwischen den Halbaffen und Flederthieren. Die Langfüßer (Tarsius, Otolicnus) bilden den letzten Rest desjenigen Stammzweiges (Macrotarsi), aus dem sich die Insectenfresser entwickelten. Die Kurzfüßer endlich (Brachytarsi) vermitteln den Anschluß an die echten Affen. Zu den Kurzfüßern gehören die langschwänzigen Maki (Lemur), und die kurzschwänzigen Indri (Lichanotus) und Lori (Stenops), von denen namentlich die letzteren sich den vermuthlichen Vorfahren des Menschen unter den Halbaffen sehr nahe anzuschließen scheinen. Sowohl die Kurzfüßer als die Langfüßer leben weit zerstreut auf den Inseln des südlichen Asiens und Afrikas, namentlich auf Madagaskar, einige auch auf dem afrikanischen Festlande. Kein Halbaffe ist bisher lebend oder fossil in Amerika gefunden. Alle führen eine einsame, nächtliche Lebensweise und klettern auf Bäumen umher.

Unter den übrigen Deciduaten-Ordnungen, welche wahrscheinlich alle von längst ausgestorbenen Halbaffen abstammen, ist auf der niedrigsten Stufe die formenreiche Ordnung der Nagethiere (Rodentia) stehen geblieben. Unter diesen stehen die Eichhornartigen (Sciuromorpha) den Fingerthieren am nächsten. Aus dieser Stammgruppe haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die Mäuseartigen (Myomorpha) und die Stachelschweinartigen (Hystrichomorpha) entwickelt, von denen jene durch eocene Myoxiden

diese durch eocene Psammoryctiden unmittelbar mit den Eichhornartigen zusammenhängen. Die vierte Unterordnung, die Hasenartigen (Lagomorpha), haben sich wohl erst später aus einer von jenen drei Unterordnungen entwickelt.

An die Nagethiere schließt sich sehr eng die merkwürdige Ordnung der Scheinhufer (Chelophora) an. Von diesen leben heutzutage nur noch zwei, in Asien und Afrika einheimische Gattungen, nämlich die Elephanten (Elephas) und die Klippdasse (Hyrax). Beide wurden bisher gewöhnlich zu den echten Hufthieren oder Ungulaten gestellt, mit denen sie in der Hufbildung der Füße übereinstimmen. Allein eine gleiche Umbildung der ursprünglichen Nägel oder Krallen zu Hufen findet sich auch bei echten Nagethieren, und gerade unter diesen Hufnagethieren (Subungulata), welche ausschließlich Südamerika bewohnen, finden sich neben kleineren Thieren (z. B. Meerschweinchen und Goldhasen) auch die größten aller Nagethiere, die gegen vier Fuß langen Wasserschweine (Hydrochoerus capybara). Die Klippdasse, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern sehr ähnlich sind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine besondere Unterordnung (Lamnungia) wirklich zu den Nagethieren gestellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man sie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer besonderen Ordnung, welche man Rüsselthiere (Proboscidea) nannte. Nun stimmen aber die Elephanten und Klippdasse merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen sich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Diese letzteren besitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduaten sind. Allerdings ist die Placenta derselben nicht scheibenförmig, sondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es ist wohl denkbar, daß sich die gürtelförmige Placenta erst secundär aus der scheibenförmigen entwickelt hat. In diesem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Insectenfresser sich entwickelt haben. Jedenfalls stehen die Elephanten und die

Klippdasse auch in anderen Beziehungen, namentlich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. s. w., den Nagethieren, und namentlich den Hufnagern, näher als den ächten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgestorbene Formen, namentlich die merkwürdigen südamerikanischen Pfeilzähner (Toxodontia) in mancher Beziehung zwischen Elephanten und Nagethieren in der Mitte stehen. Daß die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdasse nur die letzten Ausläufer von einer einstmals formenreichen Gruppe von Scheinhufern sind, wird nicht allein durch die sehr zahlreichen versteinerten Arten von Elephant und Mastodon bewiesen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten sind), sondern auch durch die merkwürdigen miocenen Dinotherien (Gonyognatha), zwischen denen und den nächstverwandten Elephanten noch eine lange Reihe von unbekannten verbindenden Zwischenformen liegen muß. Alles zusammengenommen ist heutzutage die wahrscheinlichste von allen Hypothesen, die man sich über die Entstehung und die Verwandtschaft der Elephanten, Dinotherien, Toxodonten und Klippdasse bilden kann, daß dieselben die letzten Ueberbleibsel einer formenreichen Gruppe von Scheinhufern sind, die sich aus den Nagethieren, und zwar wahrscheinlich aus Subungulaten, entwickelt hatte.

Die Ordnung der Insectenfresser (Insectivora) hat sich wahrscheinlich aus Halbaffen entwickelt, welche den heute noch lebenden Langfüßern (Macrotarsi) nahe standen. Sie spaltet sich in zwei Ordnungen, Menotyphla und Lipotyphla. Von diesen sind die älteren wahrscheinlich die Menotyphlen, welche sich durch den Besitz eines Blinddarms oder Typhlon von den Lipotyphlen unterscheiden. Zu den Menotyphlen gehören die kletternden Tupajas der Sunda-Inseln und die springenden Makroscelides Afrikas. Die Lipotyphlen sind bei uns durch die Spitzmäuse, Maulwürfe und Igel vertreten. Durch Gebiß und Lebensweise schließen sich die Insectenfresser mehr den Raubthieren, durch die scheibenförmige Placenta und die großen Samenblasen dagegen mehr den Nagethieren an.

Den Insectenfressern sehr nahe steht die merkwürdige Ordnung der fliegenden Säugethiere oder Flederthiere (Chiroptera). Sie hat sich durch Anpassung an fliegende Lebensweise in ähnlicher Weise auffallend umgebildet, wie die Seeraubthiere und die Walthiere durch Anpassung an schwimmende Lebensweise. Wahrscheinlich hat auch diese Ordnung ihre Wurzel in den Halbaffen, mit denen sie noch heute durch die Pelzflatterer (Galeopithecus) eng verbunden ist. Von den beiden Unterordnungen der Flederthiere haben sich wahrscheinlich die insectenfressenden oder Fledermäuse (Nycterides) erst später aus den früchtefressenden oder Flederhunden (Pterocynes) entwickelt; denn die letzteren stehen in mancher Beziehung den Halbaffen noch näher als die ersteren.

Als letzte Säugethierordnung hätten wir nun endlich noch die echten Affen (Simiae) zu besprechen. Da aber im zoologischen Systeme zu dieser Ordnung auch das Menschengeschlecht gehört, und da dasselbe sich aus einem Zweige dieser Ordnung ohne allen Zweifel historisch entwickelt hat, so wollen wir die genauere Untersuchung ihres Stammbaumes und ihrer Geschichte einem besonderen Vortrage vorbehalten.

Neunzehnter Vortrag.

Ursprung und Stammbaum des Menschen.

Die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen. Logische Nothwendigkeit derselben. Stellung des Menschen im natürlichen System der Thiere, insbesondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menschen in der Ordnung der Affen. Schmalnasen und Plattnasen. Entstehung des Menschen aus Schmalnasen. Menschenaffen oder Anthropoiden. Vergleichung der verschiedenen Menschenaffen und der verschiedenen Menschenrassen. Zeit und Ort der Entstehung des Menschengeschlechts. Ahnenreihe des Menschen. Wirbellose Ahnen und Wirbelthier-Ahnen. Umbildung des Affen zum Menschen durch Differenzirung und Vervollkommnung der Gliedmaßen, des Kehlkopfs und des Gehirns. Stammbaum der zehn Menschenarten oder Menschenrassen.

Meine Herren! Von allen einzelnen Fragen, welche durch die Abstammungslehre beantwortet werden, von allen besonderen Folgerungen, die wir aus derselben ziehen müssen, ist keine einzige von solcher Bedeutung, als die Anwendung dieser Lehre auf den Menschen selbst. Wie ich schon im Beginn dieser Vorträge (S. 5, 6) hervorgehoben habe, müssen wir aus dem allgemeinen Inductionsgesetze der Descendenztheorie mit der unerbittlichen Nothwendigkeit strengster Logik den besonderen Deductionsschluß ziehen, daß der Mensch sich aus niederen Wirbelthieren, und zunächst aus affenartigen Säugethieren allmählich und schrittweise entwickelt hat. Daß diese Lehre ein unzertrennlicher Bestandtheil der Abstammungslehre, und somit auch der

allgemeinen Entwickelungstheorie überhaupt ist, das wird ebenso von allen Anhängern, wie von allen denkenden und folgerichtig schließenden Gegnern derselben anerkannt.

Wenn diese Lehre aber wahr ist, so wird die Erkenntniß vom thierischen Ursprung und Stammbaum des Menschengeschlechts nothwendig tiefer, als jeder andere Fortschritt des menschlichen Geistes, in die Beurtheilung aller menschlichen Verhältnisse und zunächst in das Getriebe aller menschlichen Wissenschaften eingreifen. Sie muß früher oder später eine vollständige Umwälzung in der ganzen Weltanschauung der Menschheit hervorbringen. Ich bin der festen Ueberzeugung, daß man in Zukunft diesen unermeßlichen Fortschritt in der Erkenntniß als Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der Menschheit feiern wird. Er läßt sich vergleichen mit dem Schritt des Copernicus, der zum ersten Male klar auszusprechen wagte, daß die Sonne sich nicht um die Erde bewege, sondern die Erde um die Sonne. Ebenso wie durch das Weltsystem des Copernicus und seiner Nachfolger die geocentrische Weltanschauung des Menschen umgestoßen wurde, die falsche Ansicht, daß die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und daß sich die ganze übrige Welt um die Erde drehe, ebenso wird durch die, schon von Lamarck versuchte Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen die anthropocentrische Weltanschauung umgestoßen, der eitle Wahn, daß der Mensch der Mittelpunkt der irdischen Natur und das ganze Getriebe derselben nur dazu da sei, um dem Menschen zu dienen. In gleicher Weise, wie das Weltsystem des Copernicus durch Newton's Gravitationstheorie mechanisch begründet wurde, sehen wir später die Descendenztheorie des Lamarck durch Darwin's Selectionstheorie ihre ursächliche Begründung erlangen. Ich habe diesen in mehrfacher Hinsicht lehrreichen Vergleich in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts“ [36]) weiter ausgeführt.

Um nun diese äußerst wichtige Anwendung der Abstammungslehre auf den Menschen mit der unentbehrlichen Unparteilichkeit und Objectivität durchzuführen, muß ich Sie vor Allem bitten, sich (für

kurze Zeit wenigstens) aller hergebrachten und allgemein üblichen Vorstellungen über die „Schöpfung des Menschen" zu entäußern, und die tief eingewurzelten Vorurtheile abzustreifen, welche uns über diesen Punkt schon in frühester Jugend eingepflanzt werden. Wenn Sie dies nicht thun, können Sien icht objectiv das Gewicht der wissenschaftlichen Beweisgründe würdigen, welche ich Ihnen für die thierische Abstammung des Menschen, für seine Entstehung aus affenähnlichen Säugethieren anführen werde. Wir können hierbei nichts besseres thun, als mit Huxley uns vorzustellen, daß wir Bewohner eines anderen Planeten wären, die bei Gelegenheit einer wissenschaftlichen Weltreise auf die Erde gekommen wären, und da ein sonderbares zweibeiniges Säugethier, Mensch genannt, in großer Anzahl über die ganze Erde verbreitet, angetroffen hätten. Um dasselbe zoologisch zu untersuchen, hätten wir eine Anzahl von Individuen desselben, in verschiedenem Alter und aus verschiedenen Ländern, gleich den anderen auf der Erde gesammelten Thieren, in ein großes Faß mit Weingeist gepackt, und nähmen nun nach unserer Rückkehr auf den heimischen Planeten ganz objectiv die vergleichende Anatomie aller dieser erdbewohnenden Thiere vor. Da wir gar kein persönliches Interesse an dem, von uns selbst gänzlich verschiedenen Menschen hätten, so würden wir ihn ebenso unbefangen und objectiv wie die übrigen Thiere der Erde untersuchen und beurtheilen. Dabei würden wir uns selbstverständlich zunächst aller Ansichten und Muthmaßungen über die Natur seiner Seele enthalten oder über die geistige Seite seines Wesens, wie man es gewöhnlich nennt. Wir beschäftigen uns vielmehr zunächst in diesem Vortrage nur mit der körperlichen Seite und derjenigen natürlichen Auffassung derselben, welche uns durch die Entwickelungsgeschichte an die Hand gegeben wird.

Offenbar müssen wir hier zunächst, um die Stellung des Menschen unter den übrigen Organismen der Erde richtig zu bestimmen, wieder den unentbehrlichen Leitfaden des natürlichen Systems in die Hand nehmen. Wir müssen möglichst scharf und genau die Stellung zu bestimmen suchen, welche dem Menschen im natürlichen System der

Thiere zukömmt. Dann können wir, wenn überhaupt die Descendenztheorie richtig ist, aus der Stellung im System wiederum auf die wirkliche Stammverwandtschaft zurückschließen und den Grad der Blutsverwandtschaft bestimmen, durch welchen der Mensch mit den menschenähnlichsten Thieren zusammenhängt. Der hypothetische Stammbaum des Menschengeschlechts wird sich uns dann als das Endresultat dieser vergleichend anatomischen und systematischen Untersuchung ganz von selbst ergeben.

Wenn Sie nun auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie die Stellung des Menschen in dem natürlichen System der Thiere aufsuchen, mit welchem wir uns in den beiden letzten Vorträgen beschäftigten, so tritt Ihnen zunächst die unumstößliche Thatsache entgegen, daß der Mensch dem Stamm oder Phylum der Wirbelthiere angehört. Alle körperlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche sich alle Wirbelthiere so auffallend von allen Wirbellosen unterscheiden, besitzt auch der Mensch. Eben so wenig ist es jemals zweifelhaft gewesen, daß unter allen Wirbelthieren die Säugethiere dem Menschen am nächsten stehen, und daß er alle charakteristischen Merkmale besitzt, durch welche sich die Säugethiere vor allen übrigen Wirbelthieren auszeichnen. Wenn Sie dann weiterhin die drei verschiedenen Hauptgruppen oder Unterklassen der Säugethiere in's Auge fassen, deren gegenseitiges Verhältniß wir im letzten Vortrage erörterten, so kann nicht der geringste Zweifel darüber obwalten, daß der Mensch zu den Placentalthieren gehört, und alle die wichtigen Eigenthümlichkeiten mit den übrigen Placentalien theilt, durch welche sich diese von den Beutelthieren und von den Kloakenthieren unterscheiden. Endlich ist von den beiden Hauptgruppen der Placentalthiere, Deciduaten und Indeciduen, diejenigen der Deciduaten zweifelsohne diejenige, welche auch den Menschen umfaßt. Denn der menschliche Embryo (S. 240 b, c) entwickelt sich mit einer echten Decidua, und unterscheidet sich dadurch wesentlich von allen Decidualosen. Unter den Deciduathieren haben wir als zwei Legionen die Zonoplacentalien mit gürtelförmiger Placenta (Raubthiere und Schein-

hufer) und die Discoplacentalien mit scheibenförmiger Placenta (alle übrigen Deciduaten) unterschieden. Der Mensch besitzt eine scheibenförmige Placenta, gleich allen anderen Discoplacentalien, und wir würden nun also zunächst die Frage zu beantworten haben, welche Stellung der Mensch in dieser Gruppe einnimmt.

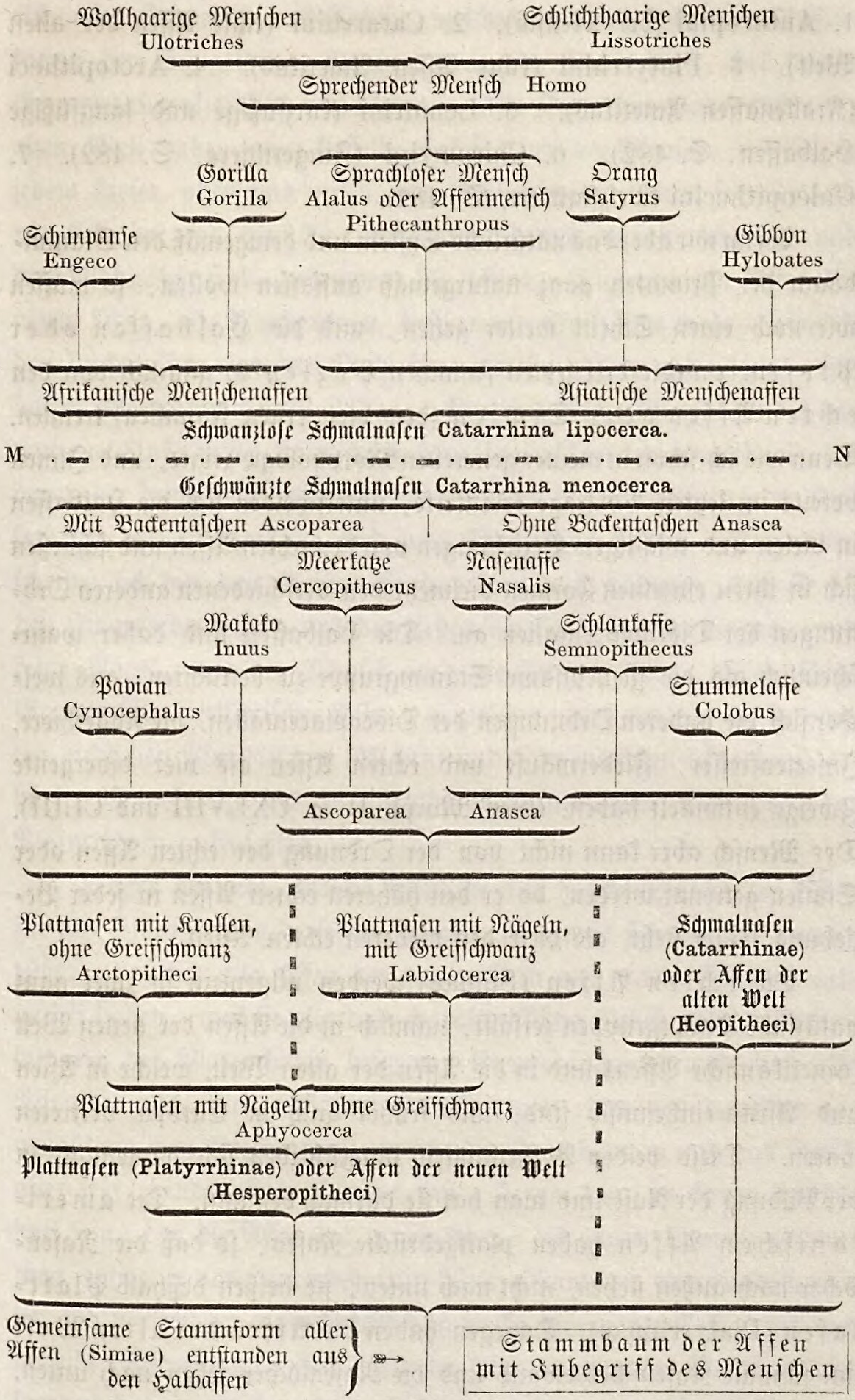
Im letzten Vortrage hatten wir folgende fünf Ordnungen von Discoplacentalien unterschieden: 1, die Halbaffen; 2, die Nagethiere; 3, die Insectenfresser; 4, die Flederthiere; 5, die Affen. Wie Jeder von Ihnen weiß, steht von diesen fünf Ordnungen die letzte, diejenige der Affen, dem Menschen in jeder körperlichen Beziehung weit näher, als die vier übrigen. Es kann sich daher nur noch um die Frage handeln, ob man im System der Säugethiere den Menschen geradezu in die Ordnung der echten Affen einreihen, oder ob man ihn neben und über derselben als Vertreter einer besonderen sechsten Ordnung der Discoplacentalien betrachten soll.

Linné vereinigte in seinem System den Menschen mit den echten Affen, den Halbaffen und den Fledermäusen in einer und derselben Ordnung, welche er Primates nannte, d. h. Oberherrn, gleichsam die höchsten Würdenträger des Thierreichs. Blumenbach dagegen trennte den Menschen als eine besondere Ordnung unter dem Namen Bimana oder Zweihänder, indem er ihm die vereinigten Affen und Halbaffen unter dem Namen Quadrumana oder Vierhänder entgegensetzte. Diese Eintheilung wurde auch von Cuvier und demnach von den allermeisten folgenden Zoologen angenommen. Erst 1863 zeigte Huxley in seinen vortrefflichen „Zeugnissen für die Stellung des Menschen in der Natur“ [26]), daß dieselbe auf falschen Ansichten beruhe, und daß die angeblichen „Vierhänder“ (Affen und Halbaffen) ebenso gut „Zweihänder“ sind, wie der Mensch selbst. Der Unterschied des Fußes von der Hand beruht nicht auf der physiologischen Eigenthümlichkeit, daß die erste Zehe oder der Daumen den vier übrigen Fingern oder Zehen an der Hand entgegenstellbar ist, am Fuße dagegen nicht. Denn es giebt wilde Völkerstämme, welche die erste oder große Zehe den vier übrigen am Fuße

ebenso gegenüberstellen können, wie an der Hand. Sie können also ihren „Greiffuß" ebenso gut als eine sogenannte „Hinterhand" benutzen, wie die Affen. Auf der anderen Seite differenziren sich bei den höheren Affen, namentlich beim Gorilla, Hand und Fuß schon ähnlich wie beim Menschen. Vielmehr ist der wesentliche Unterschied von Hand und Fuß ein *morphologischer*, und durch den charakteristischen Bau des knöchernen Skelets und der sich daran ansetzenden Muskeln bedingt. Die Fußwurzelknochen sind wesentlich anders angeordnet, als die Handwurzelknochen, und der Fuß besitzt drei besondere Muskeln, welche der Hand fehlen (ein kurzer Beugemuskel, ein kurzer Streckmuskel und ein langer Wadenbeinmuskel). In allen diesen Beziehungen verhalten sich die Affen und Halbaffen genau so wie der Mensch, und es war daher vollkommen unrichtig, wenn man den Menschen von den ersteren als eine besondere Ordnung auf Grund seiner stärkeren Differenzirung von Hand und Fuß trennen wollte. Ebenso verhält es sich aber auch mit allen übrigen körperlichen Merkmalen, durch welche man etwa versuchen wollte, den Menschen von den Affen zu trennen, mit der relativen Länge der Gliedmaßen, dem Bau des Schädels, des Gehirns u. s. w. In allen diesen Beziehungen ohne Ausnahme sind die Unterschiede zwischen dem Menschen und den höheren Affen geringer, als die entsprechenden Unterschiede zwischen den höheren und den niederen Affen. So kommt denn *Huxley* auf Grund der sorgfältigsten und genauesten Vergleichungen zu folgendem, äußerst wichtigem Schlusse: „Wir mögen daher ein System von Organen vornehmen, welches wir wollen, die Vergleichung ihrer Modificationen in der Affenreihe führt uns zu einem und demselben Resultate: *daß die anotomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpanse scheiden, nicht so groß sind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen*". Demgemäß vereinigt *Huxley*, streng der systematischen Logik folgend, Menschen, Affen und Halbaffen in einer einzigen Ordnung, Primates, und theilt diese in folgende sieben Familien von ungefähr gleichem systematischem Werthe:

Systematische Uebersicht der Familien und Gattungen der Affen.

Sektionen der Affen	Familien der Affen	Gattungen oder Genera der Affen	Systematischer Name der Genera
I. Affen der neuen Welt (Hesperopitheci) oder plattnasige Affen (Platyrrhinae).			
A. Platyrrhinen mit Krallen **Arctopitheci**	I. Seidenaffen *Hapalida*	1. Pinselaffe	1. Midas
		2. Löwenaffe	2. Jacchus
B. Platyrrhinen mit Kuppennägeln **Dysmopitheci**	II. Plattnasen ohne Greifschwanz *Aphyocerca*	3. Eichhornaffe	3. Chrysothrix
		4. Springaffe	4. Callithrix
		5. Nachtaffe	5. Nyctipithecus
		6. Schweifaffe	6. Pithecia
	III. Plattnasen mit Greifschwanz *Labidocerca*	7. Rollaffe	7. Cebus
		8. Klammeraffe	8. Ateles
		9. Wollaffe	9. Lagothrix
		10. Brüllaffe	10. Mycetes
II. Affen der alten Welt (Heopitheci) oder schmalnasige Affen (Catarrhinae).			
C. Geschwänzte Katarrhinen **Menocerca**	IV. Geschwänzte Katarrhinen mit Backentaschen *Ascoparea*	11. Pavian	11. Cynocephalus
		12. Makako	12. Innus
		13. Meerkatze	13. Cercopithecus
	V. Geschwänzte Katarrhinen ohne Backentaschen *Anasca*	14. Schlankaffe	14. Semnopithecus
		15. Stummelaffe	15. Colobus
		16. Nasenaffe	16. Nasalis
D. Schwanzlose Katarrhinen **Lipocerca**	VI. Menschenaffen *Anthropoides*	17. Gibbon	17. Hylobates
		18. Orang	18. Satyrus
		19. Schimpanse	19. Engeco
		20. Gorilla	20. Gorilla
	VII. Menschen *Erecti* *(Anthropi)*	21. Affenmensch oder sprachloser Mensch	21. Pithecanthropus (Alalus)
		22. Sprechender Mensch	22. Homo



Wollhaarige Menschen
Ulotriches
Schlichthaarige Menschen
Lissotriches
Sprechender Mensch Homo
Gorilla
Gorilla
Sprachloser Mensch
Alalus oder Affenmensch
Pithecanthropus
Orang
Satyrus
Schimpanse
Engeco
Gibbon
Hylobates
Afrikanische Menschenaffen
Asiatische Menschenaffen
Schwanzlose Schmalnasen Catarrhina lipocerca.
M
N
Geschwänzte Schmalnasen Catarrhina menocerca
Mit Backentaschen Ascoparea
Ohne Backentaschen Anasca
Meerkatze
Cercopithecus
Nasenaffe
Nasalis
Makako
Inuus
Schlankaffe
Semnopithecus
Pavian
Cynocephalus
Stummelaffe
Colobus
Ascoparea
Anasca
Plattnasen mit Krallen,
ohne Greifschwanz
Arctopitheci
Plattnasen mit Nägeln,
mit Greifschwanz
Labidocerca
Schmalnasen
(Catarrhinae)
oder Affen der
alten Welt
(Heopitheci)
Plattnasen mit Nägeln, ohne Greifschwanz
Aphyocerca
Plattnasen (Platyrrhinae) oder Affen der neuen Welt
(Hesperopitheci)
Gemeinsame Stammform aller
Affen (Simiae) entstanden aus
den Halbaffen
Stammbaum der Affen
mit Inbegriff des Menschen

1. Anthropini (der Mensch). 2. Catarrhini (echte Affen der alten Welt). 3. Platyrrhini (echte Affen Amerikas). 4. Arctopitheci (Krallenaffen Amerikas). 5. Lemurini (kurzfüßige und langfüßige Halbaffen, S. 482). 6. Chiromyini (Fingerthiere, S. 482). 7. Galeopithecini (Pelzflatterer, S. 482).

Wenn wir aber das natürliche System und demgemäß den Stammbaum der Primaten ganz naturgemäß auffassen wollen, so müssen wir noch einen Schritt weiter gehen, und die Halbaffen oder Prosimien (die drei letzten Familien Huxley's) gänzlich von den echten Affen oder Simien (den vier ersten Familien) trennen. Denn wie ich schon in meiner generellen Morphologie zeigte, und Ihnen bereits im letzten Vortrage erläuterte, unterscheiden sich die Halbaffen in vielen und wichtigen Beziehungen von den echten Affen und schließen sich in ihren einzelnen Formen vielmehr den verschiedenen anderen Ordnungen der Discoplacentalien an. Die Halbaffen sind daher wahrscheinlich als die gemeinsame Stammgruppe zu betrachten, aus welcher sich die anderen Ordnungen der Discoplacentalien, die Nagethiere, Insectenfresser, Fledermäuse und echten Affen als vier divergente Zweige entwickelt haben. (Gen. Morph. II, S. CXLVIII und CLIII). Der Mensch aber kann nicht von der Ordnung der echten Affen oder Simien getrennt werden, da er den höheren echten Affen in jeder Beziehung näher steht, als diese den niederen echten Affen.

Die echten Affen (Simiae) werden allgemein in zwei ganz natürliche Hauptgruppen zerfällt, nämlich in die Affen der neuen Welt (amerikanische Affen) und in die Affen der alten Welt, welche in Asien und Afrika einheimisch sind, und früher auch in Europa vertreten waren. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich namentlich in der Bildung der Nase und man hat sie darnach benannt. Die amerikanischen Affen haben plattgedrückte Nasen, so daß die Nasenlöcher nach außen stehen, nicht nach unten; sie heißen deßhalb Plattnasen (Platyrrhinae). Dagegen haben die Affen der alten Welt eine schmale Nasenscheidewand und die Nasenlöcher sehen nach unten, wie beim Menschen; man nennt sie deßhalb Schmalnasen (Catar-

rhinae). Ferner ist das Gebiß, welches bekanntlich bei der Klassifikation der Säugethiere eine hervorragende Rolle spielt, bei beiden Gruppen charakteristisch verschieden. Alle Katarrhinen oder Affen der alten Welt haben ganz dasselbe Gebiß, wie der Mensch, nämlich in jedem Kiefer, oben und unten, vier Schneidezähne, dann jederseits einen Eckzahn und fünf Backzähne, von denen zwei Lückenzähne und drei Mahlzähne sind, zusammen 32 Zähne. Dagegen alle Affen der neuen Welt, alle Platyrrhinen, besitzen vier Backzähne mehr, nämlich drei Lückenzähne und drei Mahlzähne jederseits oben und unten. Sie haben also zusammen 36 Zähne. Nur eine kleine Gruppe bildet davon eine Ausnahme, nämlich die Krallenaffen (Arctopitheci), bei denen der dritte Mahlzahn verkümmert, und die demnach in jeder Kieferhälfte drei Lückenzähne und zwei Mahlzähne haben. Sie unterscheiden sich von den übrigen Platyrrhinen auch dadurch, daß sie an den Fingern der Hände und den Zehen der Füße Krallen tragen, und keine Nägel, wie der Mensch und die übrigen Affen. Diese kleine Gruppe südamerikanischer Affen, zu welcher unter anderen die bekannten niedlichen Pinseläffchen (Midas) und Löwenäffchen (Jacchus) gehören, ist wohl nur als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Platyrrhinen aufzufassen.

Fragen wir nun, welche Resultate aus diesem System der Affen für den Stammbaum derselben folgen, so ergiebt sich daraus unmittelbar, daß sich alle Affen der neuen Welt aus einem Stamme entwickelt haben, weil sie alle das charakteristische Gebiß und die Nasenbildung der Platyrrhinen besitzen. Ebenso folgt daraus, daß alle Affen der alten Welt abstammen müssen von einer und derselben gemeinschaftlichen Stammform, welche die Nasenbildung und das Gebiß aller jetzt lebenden Katarrhinen besaß. Ferner kann es kaum zweifelhaft sein, daß die Affen der neuen Welt, als ganzer Stamm genommen, entweder von denen der alten Welt abstammen, oder (unbestimmter und vorsichtiger ausgedrückt) daß Beide divergente Aeste eines und desselben Affenstammes sind. Für die Abstammung des Menschen folgt hieraus der unendlich wichtige Schluß, welcher auch für die Verbrei-

tung des Menschen auf der Erdoberfläche die größte Bedeutung besitzt, daß der Mensch sich aus den Katarrhinen entwickelt hat. Denn wir sind nicht im Stande, einen zoologischen Charakter aufzufinden, der den Menschen von den nächstverwandten Affen der alten Welt in einem höheren Grade unterschiede, als die entferntesten Formen dieser Gruppe unter sich verschieden sind. Es ist dies das wichtigste Resultat der sehr genauen vergleichend-anatomischen Untersuchungen Huxley's, welches nicht genug berücksichtigt werden kann. In jeder Beziehung sind die anatomischen Unterschiede zwischen dem Menschen und den menschenähnlichsten Katarrhinen (Orang, Gorilla, Schimpanse) geringer, als die anatomischen Unterschiede zwischen diesen und den niedrigsten, tiefst stehenden Katarrhinen, insbesondere den hundeähnlichen Pavianen. Dieses höchst bedeutsame Resultat ergiebt sich aus einer unbefangenen anatomischen Vergleichung zwischen den verschiedenen Formen der Katarrhinen als unzweifelhaft. Wenn wir also überhaupt, der Descendenztheorie entsprechend, das natürliche System der Thiere als Leitfaden unserer Betrachtung anerkennen, und darauf unseren Stammbaum begründen, so müssen wir nothwendig zu dem unabweislichen Schlusse kommen, daß das Menschengeschlecht ein Aestchen der Katarrhinengruppe ist, und sich aus längst ausgestorbenen Affen dieser Gruppe in der alten Welt entwickelt hat. Einige Anhänger der Descendenztheorie haben gemeint, daß die amerikanischen Menschen sich unabhängig von denen der alten Welt aus amerikanischen Affen entwickelt hätten. Diese Hypothese halte ich für ganz irrig. Denn die völlige Uebereinstimmung aller Menschen mit den Katarrhinen in Bezug auf die charakteristische Bildung der Nase und des Gebisses beweist deutlich, daß sie eines Ursprungs sind, und sich aus einer gemeinsamen Wurzel erst entwickelt haben, nachdem die Platyrrhinen oder amerikanischen Affen sich bereits von dieser abgezweigt hatten. Die amerikanischen Ureinwohner sind vielmehr, wie auch zahlreiche ethnographische Thatsachen beweisen, aus Asien, und theilweise vielleicht auch aus Polynesien eingewandert.

Einer genaueren Feststellung des menschlichen Stammbaums stehen gegenwärtig noch große Schwierigkeiten entgegen. Nur das läßt sich noch weiterhin als höchst wahrscheinlich behaupten, daß die nächsten Stammeltern des Menschengeschlechts schwanzlose Katarrhinen (Lipocerca) waren, ähnlich den heute noch lebenden Menschenaffen, die sich offenbar erst später aus den geschwänzten Katarrhinen (Menocerca), als der ursprünglicheren Affenform, entwickelt haben. Von jenen schwanzlosen Katarrhinen, die jetzt auch häufig Menschenaffen oder Anthropoiden genannt werden, leben heutzutage noch vier verschiedene Gattungen mit ungefähr einem Dutzend verschiedener Arten. Der größte Menschenaffe ist der berühmte Gorilla (Gorilla engena oder Pongo gorilla genannt), welcher in der Tropenzone des westlichen Afrika einheimisch ist und am Flusse Gaboon erst 1847 von dem Missionär Savage entdeckt wurde. Diesem schließt sich als nächster Verwandter der längst bekannte Schimpanse an (Engeco troglodytes oder Pongo troglodytes), ebenfalls im westlichen Afrika einheimisch, aber bedeutend kleiner als der Gorilla, welcher in aufrechter Stellung den Menschen an Größe übertrifft. Der dritte von den drei großen menschenähnlichen Affen ist der auf Borneo und anderen Sunda-Inseln einheimische Orang oder Orang-Utang, von welchem man neuerdings zwei nahe verwandte Arten unterscheidet, den großen Orang (Satyrus orang oder Pithecus satyrus) und den kleinen Orang (Satyrus morio oder Pithecus morio). Endlich lebt noch im südlichen Asien die Gattung Gibbon (Hylobates), von welcher man 4—8 verschiedene Arten unterscheidet. Sie sind bedeutend kleiner als die drei erstgenannten Anthropoiden und entfernen sich in den meisten Merkmalen schon weiter vom Menschen.

Die schwanzlosen Menschenaffen haben neuerdings, namentlich seit der genaueren Bekanntschaft mit dem Gorilla und seit ihrer Verknüpfung mit der Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen, ein so allgemeines Interesse erregt, und eine solche Fluth von Schriften hervorgerufen, daß ich hier gar keine Veranlassung finde, näher auf dieselben einzugehen. Was ihre Beziehungen zum Menschen

betrifft, so finden Sie dieselben in den bekannten trefflichen Schriften von Huxley [26]), Carl Vogt [27]) und Rolle [29]) ausführlich erörtert. Ich beschränke mich daher auf die Mittheilung des wichtigsten allgemeinen Resultats, welches ihre allseitige Vergleichung mit dem Menschen ergeben hat, daß nämlich jeder von den vier Menschenaffen dem Menschen in einer oder einigen Beziehungen näher steht, als die übrigen, daß aber keiner als der absolut in jeder Beziehung menschenähnlichste bezeichnet werden kann. Der Orang steht dem Menschen am nächsten in Bezug auf die Gehirnbildung, der Schimpanse durch wichtige Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung, der Gorilla hinsichtlich der Ausbildung der Füße und Hände, und der Gibbon endlich in der Bildung des Brustkastens.

Es ergiebt sich also aus der sorgfältigsten vergleichenden Anatomie der Anthropoiden ein ganz ähnliches Resultat, wie es Weisbach aus der statistischen Zusammenstellung und denkenden Vergleichung der sehr zahlreichen und sorgfältigen Körpermessungen erhalten hat, die Scherzer und Schwarz während der Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde an Individuen verschiedener Menschenrassen angestellt haben. Weisbach faßt das Endresultat seiner gründlichen Untersuchungen in folgenden Worten zusammen: „Die Affenähnlichkeit des Menschen concentrirt sich keineswegs bei einem oder dem anderen Volke, sondern vertheilt sich derart auf die einzelnen Körperabschnitte bei den verschiedenen Völkern, daß jedes mit irgend einem Erbstücke dieser Verwandtschaft, freilich das eine mehr, das andere weniger bedacht ist, und selbst wir Europäer durchaus nicht beanspruchen dürfen, dieser Verwandtschaft vollständig fremd zu sein". (Novara-Reise, Anthropholog. Theil, II, 269).

Ausdrücklich will ich hier noch hervorheben, was eigentlich freilich selbstverständlich ist, daß kein einziger von allen jetzt lebenden Affen, und also auch keiner von den genannten Menschenaffen der Stammvater des Menschengeschlechts sein kann. Von denkenden Anhängern der Descendenztheorie ist diese Meinung auch niemals behauptet, wohl aber von ihren gedankenlosen

Gegnern ihnen untergeschoben worden. Die affenartigen Stammeltern des Menschengeschlechts sind längst ausgestorben. Vielleicht werden wir ihre versteinerten Gebeine noch dereinst theilweise in Tertiärgesteinen des südlichen Asiens auffinden. Jedenfalls werden dieselben im zoologischen System in der Gruppe der schwanzlosen Schmalnasen (Catarrhina lipocerca) untergebracht werden müssen. Wann die Umbildung der menschenähnlichsten Affen zu den affenähnlichsten Menschen statt hatte, läßt sich jetzt gleichfalls noch nicht sicher bestimmen. Doch ist das Wahrscheinlichste, daß dieser wichtigste Vorgang in der irdischen Schöpfungsgeschichte gegen Ende der Tertiärzeit stattfand, also in der pliocenen, vielleicht schon in der miocenen Periode, vielleicht aber auch erst im Beginn der Diluvialzeit. Jedenfalls lebte der Mensch als solcher in Mitteleuropa schon während der Diluvialzeit, gleichzeitig mit vielen großen, längst ausgestorbenen Säugethieren, namentlich dem diluvialen Elephanten oder Mammuth (Elephas primigenius), dem wollhaarigen Nashorn (Rhinoceros tichorrhinus), dem Riesenhirsch (Cervus euryceros), dem Höhlenbär (Ursus spelaeus), der Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), dem Höhlentiger (Felis spelaea) ꝛc. Die Resultate, welche die neuere Geologie und Archäologie über diesen fossilen Menschen der Diluvialzeit und seine thierischen Zeitgenossen an das Licht gefördert hat, sind vom höchsten Interesse. Da aber eine eingehende Betrachtung derselben den uns gesteckten Raum bei weitem überschreiten würde, so begnüge ich mich hier damit, ihre hohe Bedeutung im Allgemeinen hervorzuheben, und verweise Sie bezüglich des Besonderen auf die zahlreichen Schriften, welche in neuester Zeit über die Urgeschichte des Menschen erschienen sind, namentlich auf die vortrefflichen Werke von Charles Lyell [30]), Carl Vogt [27]), Friedrich Rolle [28]), John Lubbock, E. B. Tyler u. s. w.

Die zahlreichen interessanten Entdeckungen, mit denen uns diese ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahre über die Urgeschichte des Menschengeschlechts beschenkt haben, stellen die wichtige (auch aus vielen anderen Gründen schon längst wahrscheinliche) Thatsache außer

Zweifel, daß die Existenz des Menschengeschlechts als solchen jedenfalls auf mehr als zwanzigtausend Jahre zurückgeht. Wahrscheinlich sind aber seitdem mehr als hunderttausend Jahre, vielleicht viele Hunderte von Jahrtausenden verflossen, und es muß im Gegensatz dazu sehr komisch erscheinen, wenn noch heute unsere Kalender die „Erschaffung der Welt nach Calvisius" vor 5817 Jahren geschehen lassen.

Mögen Sie nun den Zeitraum, während dessen das Menschengeschlecht bereits als solches existirte und sich über die Erde verbreitete, auf zwanzigtausend, oder auf hunderttausend, oder auf viele hunderttausend Jahre anschlagen, jedenfalls ist derselbe verschwindend gering gegen die unfaßbare Länge der Zeiträume, welche für die stufenweise Entwickelung der langen Ahnenkette des Menschen erforderlich waren. Das geht schon hervor aus der sehr geringen Dicke, welche alle diluvialen Ablagerungen im Verhältniß zu den tertiären, und diese wiederum im Verhältniß zu den vorhergegangenen besitzen (Vergl. Taf. IV. nebst Erklärung). Aber auch die unendlich lange Reihe der schrittweise sich langsam entwickelnden Thiergestalten, von dem einfachsten Moner bis zum Amphioxus, von diesem bis zum Urfisch, vom Urfisch bis zum ersten Säugethiere und von diesem wiederum bis zum Menschen, erheischt zu ihrer historischen Entwickelung eine Reihenfolge von Zeiträumen, die wahrscheinlich viele Millionen von Jahrtausenden umfassen (Vergl. S. 102). Um Ihnen dieses wichtige Verhältniß in seiner ganzen Bedeutung vorzustellen, führe ich Ihnen hier nochmals die hypothetische Reihenfolge unserer thierischen Ahnen, wie sie durch die vergleichende Anatomie, Ontogonie und Paläontologie uns an die Hand gegeben wird, übersichtlich im Zusammenhange vor. Natürlich kann diese genealogische Hypothese nur ganz im Allgemeinen die Grundzüge des menschlichen Stammbaums andeuten, und sie läuft um so mehr Gefahr des Irrthums, je strenger sie im Einzelnen auf die uns bekannten besonderen Thierformen bezogen wird. Es wird hierbei passend sein, die ganze Vorfahrenkette des Menschen in zwei große Gruppen zu bringen, in wirbellose Ahnen (Prochorden) und in Wirbelthier-Ahnen (Vertebraten; vergl. Taf. VI).

Ahnenreihe des menschlichen Stammbaums.

M N = Grenze zwischen den wirbellosen Ahnen und den Wirbelthier-Ahnen.

Zeitalter der organischen Erdgeschichte	Geologische Perioden der organischen Erdgeschichte	Thierische Ahnenstufen des Menschen	Lebende nächste Verwandte der Ahnenstufen
V. Quartär Zeit	26. Alluvial-Periode 25. Diluvial-Periode	22. Sprechende Menschen	Alfurus und Papuas
IV. Cenolithische oder Tertiär-Zeit	24. Pliocen-Periode 23. Antepliocen-P. 22. Miocen-P. 21. Antemiocen-P. 20. Eocen-P. 19. Anteocen-P.	21. Sprachlose Menschen oder Affenmenschen	Taubstumme, Kretinen und Microcephalen
		20. Menschenaffen oder schwanzlose Schmalnasen	Gorilla, Schimpanse, Orang, Gibbon
		19. Geschwänzte Schmalnasen	Nasenaffen, Schlankaffen
		18. Halbaffen (Prosimiae)	Lori (Stenops) Maki (Lemur)
III. Mesolithische oder Secundär-Zeit	18. Kreide-Periode 17. Antecreta-P. 16. Jura-P. 15. Antejura-P. 14. Trias-P. 13. Antetrias-P.	17. Beutelthiere (Marsupialia)	Beutelratten (Didelphyes)
		16. Stammsäuger (Promammalia)	Schnabelthiere (Monotrema)
		15. Uramnioten (Protamnia)	? zwischen den Stammsäugern u. Schwanzlurchen
II. Palaeolithische oder Primär-Zeit	12. Perm-Periode 11. Antiperm-P. 10. Steinkohlen-P. 9. Antecarbon-P. 8. Devon-P. 7. Antedevon-P.	14. Schwanzlurche (Sozura)	Wassermolche (Tritones)
		13. Kiemenlurche (Sozobranchia)	Olm (Proteus) Axolotl (Siredon)
		12. Lurchfische (Dipneusta)	Molchfische (Protopteri)
I. Archolithische oder Primordial-Zeit	6. Silurische Periode 5. Antesilurische P. 4. Cambrische P. 3. Antecambrische P. 2. Laurentische P. 1. Antelaurentische Periode (Vergl. S. 306 und Taf. IV nebst Erklärung)	11. Urfische (Selachii)	Haifische (Squalacei)
		10. Unpaarnasen (Monorrhina)	Lampreten (Petromyzontes)
		9. Rohrherzen (Leptocardia)	Lanzetthiere (Amphioxi)
		M - - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - - - N
		8. Sackwürmer (Himatega)	Seescheiden (Ascidiae)
		7. Würmer (Vermes) von unbekannter Form	? zwischen den Seescheiden und Strudelwürmern
		6. Strudelwürmer (Turbellaria)	Rhabdocoela Dendrocoela
		5. Mundführende Wimperinfusorien	Ciliata stomatoda (Glaucoma)
		4. Mundlose Wimperinfusorien	Ciliata astoma (Opalina)
		3. Vielzellige Urahnthiere	Amoebengemeinden (Synamoebae)
		2. Einzellige Urahnthiere	Einfache Amoeben (Autamoebae)
		1. Moneren (Monera)	Protogenes Protamoeba

Ahnenreihe des Menschen.

(Vergl. den achtzehnten Vortrag und Taf. VI. nebst Erklärung.)

Erste Hälfte der menschlichen Ahnenreihe:

Wirbellose Ahnen des Menschen.

Erste Stufe: **Moneren** (**Monera**): Organismen der denkbar einfachsten Art, ohne Organe, bestehend aus einem ganz einfachen, durch und durch gleichartigen, structurlosen und formlosen Klümpchen einer schleimartigen oder eiweißartigen Materie; ähnlich der heute noch lebenden Protamoeba primitiva (Vergl. S. 144, Fig. 1; S. 283). Entstanden durch Urzeugung oder Archigonie aus sogenannten „anorganischen Verbindungen", aus einfachen und festen Kohlenstoffverbindungen (im Beginn der antelaurentischen Zeit).

Zweite Stufe: **Einzellige Urahnthiere** (**Archezoa unicellularia**) oder **Einfache Amoeben** (**Amoebae**), nackte Zellen (oder membranlose, kernhaltige Plastiden), bestehend aus einem structurlosen Protoplasmaklümpchen, in dessen Innerem ein Kern gesondert ist; ähnlich den heute noch lebenden einfachen nackten Amoeben (Autamoeba etc., vergl. S. 145, Fig. 2). Entstanden aus den Moneren durch Differenzirung des inneren Kerns von dem äußeren Protoplasma. Der Formwerth dieser Amoebenstufe ist gleich demjenigen, welchen das menschliche Ei (S. 146, Fig. 3) noch heute besitzt. Das Ei ist eine einfache, von einer Membran umschlossene Zelle, so gut wie eine eingekapselte Amoebe (Vergl. S. 145, Fig. 2 A).

Dritte Stufe: **Mehrzellige Urahnthiere** (**Archezoa multicellularia**) oder **Amoebengemeinden** (**Synamoebae**): Einfache Haufen von gleichartigen Nacktzellen, bestehend aus einer Colonie von mehreren, aneinanderliegenden, einfachen und gleichartigen, amoebenähnlichen Zellen. Entstanden aus einfachen Amoeben durch wiederholte Theilung derselben und Beisammenbleiben der Theilungsproducte. Der Formwerth dieser Stufe ist gleich demjenigen des menschlichen Eies nach vollendeter Furchung oder Theilung, ehe noch die gleichartigen Zellen sich differenzirt haben (Vergl. S. 146, Fig. 4 D).

Vierte Stufe: **Mundlose Wimperinfusorien** (**Ciliata astoma**), bestehend aus einem Haufen von mehr oder weniger gesonderten Zellen, von denen die an der Oberfläche gelegenen schlagende Wimperhaare gebildet haben und so den Zellenhaufen mit einem Flimmerepithel überziehen, mittelst dessen sich derselbe rotirend im Wasser umher bewegt. Entstanden aus der Synamoebe oder Amoebengemeinde durch Differenzirung der oberflächlichen Zellen zu Wimperzellen. Der Formwerth dieser Stufe ist gleich demjenigen der Wimperlarve (Planula), welche bei den meisten niederen Thieren zunächst aus dem gefurchten Ei entsteht. Bei den Wirbelthieren, wie bei den Gliedfüßern, ist dieses Stadium, ebenso wie die beiden folgenden, im Laufe der Zeit durch abgekürzte Vererbung (S. 166) verloren gegangen. Aehnliche mundlose Wimperinfusorien (Opalina) leben noch heute (Vergl. S. 405).

Fünfte Stufe: **Mundführende Wimperinfusorien** (**Ciliata stomatoda**), der vierten Stufe ähnlich, aber verschieden durch eine einfache, in das Innere des vielzelligen Körpers hineingehende und dort blind endigende Röhre, die erste Anlage des Darmcanals, dessen einzige Oeffnung zugleich Mund und After ist. Entstanden aus den mundlosen Infusorien durch Bildung einer immer mehr sich vertiefenden Grube oder Einstülpung an einer Stelle der äußeren Körperoberfläche. Der Formwerth dieser Stufe entspricht demjenigen, welchen die Wimperlarve oder Planula der niederen Thiere bei ihrer weiteren Entwickelung durch Anlage des Darms zunächst erreicht.

Sechste Stufe: **Strudelwürmer** (**Turbellaria**), Plattwürmer von einfachster Gestalt, gleich den Wimperinfusorien auf der ganzen Körperoberfläche mit Wimpern überzogen. Einfacher blattförmiger Körper von länglichrunder Gestalt ohne alle Anhänge. Entstanden aus den mundführenden Wimperinfusorien durch weitere Differenzirung der inneren Körpertheile zu verschiedenen Organen; insbesondere erste Bildung des Nervensystems (eines einfachen Nervenknotens) und der einfachsten Sinnesorgane (Pigmentflecke als Anlage der Augen); ferner weitere Ausbildung der bei den Infusorien bereits sich anlegenden einfachsten Organe für Ausscheidung (wimpernde innere Kanäle, durch eine contractile Blase ausmündend) und Fortpflanzung (hermaphroditische oder zwitterige Geschlechtsorgane). Der Formwerth dieser Stufe entspricht demjenigen der einfachsten heute noch lebenden Strudelwürmer (Turbellaria, vergl. S. 406).

Siebente Stufe: **Würmer** (**Vermes**) von unbekannter Form, welche den Uebergang zwischen der sechsten und achten Stufe, zwischen den Strudelwürmern und Sackwürmern vermittelten. Entstanden aus den Strudelwürmern durch Umbildung des vordersten Darmabschnittes zum Athmungsapparat (Kiemenkorb), durch Bildung eines Afters am hinteren Darm-

ende und durch Verlust des Wimperkleides. Der Formwerth dieser Stufe wird in der weiten Lücke zwischen Strudelwürmern und Mantelthieren durch verschiedene Zwischenstufen vertreten gewesen sein.

Achte Stufe: **Sackwürmer** (**Himatega**), welche von allen heute uns bekannten Würmern den Mantelthieren (Tunicata) am nächsten standen, und zwar den frei umherschwimmenden Jugendformen oder Larven der eigentlichen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) (Vergl. S. 409 und 438). Entstanden aus den Würmern der siebenten Stufe durch Umbildung des einfachen Nervenknotens zur Anlage eines Rückenmarks (Medullarrohrs) und eines darunter gelegenen Rückenstrangs (Chorda dorsalis). Der Formwerth dieser Stufe entspricht ungefähr demjenigen, welchen die genannten Larven der einfachen Seescheiden zu der Zeit besitzen, wo sie die Anlage des Rückenmarks und des Rückenstranges zeigen.

Zweite Hälfte der menschlichen Ahnenreihe:
Wirbelthier-Ahnen des Menschen.

Neunte Stufe: **Schädellose oder Rohrherzen** (**Acrania** oder **Leptocardia**), von entfernter Aehnlichkeit mit dem heute noch lebenden Lanzetthiere (Amphioxus lanceolatus, vergl. S. 437). Körper noch ohne Kopf, ohne Schädel und Gehirn, vorn und hinten gleichmäßig zugespitzt. Entstanden während der Primordialzeit aus den Sackwürmern der achten Stufe durch weitere Differenzirung aller Organe, namentlich vollständigere Entwickelung des Rückenmarks und des darunter gelegenen Rückenstrangs. Wahrscheinlich begann mit dieser Stufe auch die Trennung der beiden Geschlechter (Gonochorismus), während alle vorher genannten wirbellosen Ahnen (abgesehen von den 3—4 ersten geschlechtslosen Stufen) noch Zwitterbildung (Hermaphroditismus) zeigten (Vergl. S. 152).

Zehnte Stufe: **Unpaarnasen** (**Monorrhina**), von entfernter Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Ingern (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten). Entstanden während der Primordialzeit aus den Schädellosen dadurch, daß das vordere Ende des Rückenmarks sich zum Gehirn und dasjenige des Wirbelstrangs zum Schädel entwickelte. Die Menschenahnen dieser Stufe werden in ihrer wesentlichen inneren Organisation ungefähr den heutigen Rundmäulern oder Cyclostomen (Ingern und Lampreten) entsprochen haben. Jedoch sind die Beutelkiemen und das runde Saugmaul der letzteren wohl als reine Anpassungscharaktere zu betrachten, welche bei der entsprechenden Ahnenstufe nicht vorhanden waren (Vergl. S. 440).

Elfte Stufe: **Urfische** (**Selachii**), von allen bekannten Wirbelthieren wahrscheinlich am meisten den heute noch lebenden Haifischen (Squa-

lacei) ähnlich. Entstanden aus Unpaarnasen durch Theilung der unpaaren Nase in zwei paarige Seitenhälften, durch Bildung eines sympathischen Nervennetzes, einer Schwimmblase und zweier Beinpaare (Brustflossen oder Vorderbeine, und Bauchflossen oder Hinterbeine). Die innere Organisation dieser Stufe wird im Ganzen derjenigen der niedersten uns bekannten Haifische entsprochen haben; doch war die Schwimmblase, die bei diesen nur als Rudiment noch existirt, stärker entwickelt. Leben bereits in der Silurzeit.

Zwölfte Stufe: **Lurchfische** (**Dipneusta**), von entfernter Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Molchfischen (Protopterus und Lepidosiren, S. 448). Entstanden aus den Urfischen (wahrscheinlich im Beginn der paläolithischen oder Primärzeit) durch Anpassung an das Landleben und Umbildung der Schwimmblase zu einer luftathmenden Lunge, sowie der Nasengruben (welche nunmehr in die Mundhöhle mündeten) zu Luftwegen. Mit dieser Stufe begann die Reihe der durch Lungen luftathmenden Vorfahren des Menschen. Ihre Organisation wird in mancher Hinsicht derjenigen des heutigen Protopterus entsprochen haben, jedoch auch mannichfach verschieden gewesen sein. Leben entweder in antedevonischer oder in devonischer oder in antecarbonischer Zeit.

Dreizehnte Stufe: **Kiemenlurche** (**Sozobranchia**), Amphibien mit bleibenden Kiemen, ähnlich dem heute noch lebenden Proteus und Axolotl (S. 449). Entstanden aus den Dipneusten durch Umbildung der rudernden Fischflossen zu fünfzehigen Beinen, und durch höhere Differenzirung verschiedener Organe, namentlich der Wirbelsäule. Leben wahrscheinlich um die Mitte der paläolithischen oder Primärzeit, vielleicht schon vor der Steinkohlenzeit.

Vierzehnte Stufe: **Schwanzlurche** (**Sozura**), Amphibien, welche durch Metamorphose in späterem Alter die in der Jugend noch vorhandenen Kiemen verloren, aber den Schwanz behielten. Aehnlich den heutigen Salamandern und Molchen (Tritonen, vergl. S. 450). Entstanden aus den Kiemenlurchen dadurch, daß sie sich daran gewöhnten, nur noch in der Jugend durch Kiemen, im späteren Alter aber bloß durch Lungen zu athmen. Leben wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Primärzeit, während der antepermischen und permischen Periode, vielleicht schon während der Steinkohlenzeit.

Fünfzehnte Stufe: **Uramnioten** (**Protamnia**); gemeinsame Stammform der drei höheren Wirbelthierklassen, aus welcher als zwei divergente Zweige die Proreptilien einerseits, die Promammalien andrerseits sich entwickelten (S. 451). Entstanden (vielleicht in der Antetriaszeit) aus

unbekannten Schwanzlurchen durch gänzlichen Verlust der Kiemen, Bildung des Amnion, der Schnecke und des runden Fensters im Gehörorgan, und der Thränenorgane. Lebten wahrscheinlich im Beginn der mesolithischen oder Secundärzeit, vielleicht schon gegen Ende der Primärzeit (Permzeit oder Antepermzeit?).

Sechszehnte Stufe: **Stammsäuger** (**Promammalia**). (Gemeinsame Stammform zunächst der Kloakenthiere oder Ornithodelphien, weiterhin aber auch aller Säugethiere, S. 462). Durch Bildung der Kloake ähnlich den noch jetzt lebenden Schnabelthieren (Ornithorhynchus, Echidna), jedoch von ihnen durch vollständige Bezahnung des Gebisses verschieden (Vergl. S. 464; die Schnabelbildung der heutigen Schnabelthiere ist als ein später entstandener Anpassungscharakter zu betrachten). Entstanden aus den Protamnien durch Umbildung der Epidermisschuppen zu Haaren und Bildung einer Milchdrüse, welche Milch zur Ernährung der Jungen lieferte. Lebten wahrscheinlich in der Antetriaszeit, vielleicht auch in der Triaszeit.

Siebzehnte Stufe: **Beutelthiere** (**Marsupialia** oder **Didelphia**), ähnlich den noch heute lebenden Beutelratten (Didelphyes) (S. 464). Entstanden aus den Stammsäugern oder Promammalien durch Trennung der Kloake in Mastdarm und Urogenitalsinus, durch Bildung einer Brustwarze an der Milchdrüse, und durch theilweise Rückbildung der Schlüsselbeine. Lebten in der Secundärzeit, und zwar schon in der Jurazeit, und durchliefen während der Kreidezeit eine Reihe von Stufen, welche die Entstehung der Placentalien vorbereiteten.

Achtzehnte Stufe: **Halbaffen** (**Prosimiae**), von entfernter Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden kurzfüßigen Halbaffen (Brachytarsi), namentlich den Maki, Indri und Lori (S. 482). Entstanden (wahrscheinlich im Beginn der cenolithischen oder Tertiärzeit) aus unbekannten, den Beutelratten verwandten Beutelthieren durch Bildung einer Placenta, Verlust des Beutels und der Beutelknochen, und stärkere Entwickelung des Schwielenkörpers im Gehirn. Lebten wahrscheinlich in der Anteocenzeit.

Neunzehnte Stufe: **Geschwänzte schmalnasige Affen** (**Catarrhina menocerca**), ähnlich den heute noch lebenden Nasenaffen (Nasalis) und Schlankaffen (Semnopithecus), mit demselben Gebiß und derselben Schmalnase wie der Mensch; aber noch mit dichtbehaartem Körper und einem langen Schwanze (S. 492). Entstanden aus den Halbaffen durch Umbildung des Gebisses und Verwandlung der Krallen an den Zehen in Nägel. Lebten während der mittleren Tertiärzeit.

Zwanzigste Stufe: **Menschenaffen** (**Anthropoides**) **oder schwanzlose schmalnasige Affen** (**Catarrhina lipocerca**), ähnlich dem

heute noch lebenden Orang, Gorilla und Schimpanse (S. 492). Entstanden aus der vorigen Stufe durch Verlust des Schwanzes, theilweisen Verlust der Behaarung und überwiegende Entwickelung des Gehirntheiles des Schädels über dem Gesichtstheil desselben. Leben wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Tertiärzeit (miocene oder pliocene Periode).

Einundzwanzigste Stufe: **Affenmenschen** (Pithecanthropi) **oder sprachlose Urmenschen** (Alali). Unmittelbare Zwischenform zwischen der zwanzigsten und zweiundzwanzigsten Stufe, zwischen den Menschenaffen und den echten Menschen. Entstanden aus den Menschenaffen oder Anthropoiden durch die vollständige Angewöhnung an den aufrechten Gang, und die dem entsprechende stärkere Differenzirung der vorderen Extremität zur Greifhand, der hinteren zum Gangfuß. Obwohl sie durch die äußere Körperbildung den echten Menschen wohl noch näher als den Menschenaffen standen, fehlte ihnen doch noch das eigentlich charakteristische Merkmal des echten Menschen, die artikulirte menschliche Wortsprache und die damit verbundene bewußte Begriffsbildung, beruhend auf gesteigerter Abstraction der Anschauungen. Leben wahrscheinlich gegen Ende der Tertiärzeit und im Beginn der Quartärzeit.

Zweiundzwanzigste Stufe: **Echte Menschen oder sprechende Menschen** (Homines). Entstanden aus den vorigen durch die Ausbildung der artikulirten menschlichen Sprache und die damit verbundene höhere Differenzirung des Kehlkopfs, sowie durch die daraus folgende höhere Entwickelung des großen Gehirns. Leben wahrscheinlich erst in der Quartärperiode (diluviale oder pleistocene, und alluviale oder recente Zeit bis zur Gegenwart).

Diejenigen Entwickelungsvorgänge, welche zunächst die Entstehung der affenähnlichsten Menschen aus den menschenähnlichsten Affen veranlaßten, sind in zwei Anpassungsthätigkeiten der letzteren zu suchen, welche vor allen anderen die Hebel zur Menschwerdung waren: der aufrechte Gang und die gegliederte Sprache. Diese beiden physiologischen Functionen entstanden nothwendig zugleich mit zwei entsprechenden morphologischen Umbildungen, mit denen sie in der engsten Wechselwirkung stehen, nämlich Differenzirung der beiden Gliedmaßenpaare und Differenzirung des Kehlkopfs. Die wichtige Vervollkommnung dieser Organe und ihrer Functionen mußte aber drittens nothwendig auf die Differenzirung des Gehirns und der davon abhängigen Seelenthätigkeiten mächtig zurückwirken, und damit war der

Weg für die unendliche Laufbahn eröffnet, in welcher sich seitdem der Mensch fortschreitend entwickelt, und seine thierischen Vorfahren so weit überflügelt hat. (Gen. Morph. II, 430).

Als den ersten und ältesten Fortschritt von diesen drei mächtigen Entwickelungsbewegungen des menschlichen Organismus haben wir wohl die höhere Differenzirung und Vervollkommnung der Extremitäten hervorzuheben, welche durch die Gewöhnung an den aufrechten Gang herbeigeführt wurde. Indem die Vorderfüße immer ausschließlicher die Function des Greifens und Betastens, die Hinterfüße dagegen immer ausschließlicher die Function des Auftretens und Gehens übernahmen und beibehielten, bildete sich jener Gegensatz zwischen Hand und Fuß aus, welcher zwar dem Menschen nicht ausschließlich eigenthümlich, aber doch viel stärker bei ihm entwickelt ist, als selbst bei den menschenähnlichsten Affen. Diese Differenzirung der vorderen und hinteren Extremität war aber nicht allein für ihre eigene Ausbildung und Vervollkommnung höchst vortheilhaft, sondern sie hatte zugleich eine ganze Reihe von sehr wichtigen Veränderungen in der übrigen Körperbildung im Gefolge. Die ganze Wirbelsäule, namentlich aber Beckengürtel und Schultergürtel, sowie die dazu gehörige Muskulatur, erlitten dadurch diejenigen Umbildungen, durch welche sich der menschliche Körper von demjenigen der menschenähnlichsten Affen unterscheidet. Wahrscheinlich vollzogen sich diese Umbildungen schon lange vor Entstehung der gegliederten Sprache, und es existirte das Menschengeschlecht schon geraume Zeit mit seinem aufrechten Gange und der dadurch herbeigeführten charakteristischen menschlichen Körperform, ehe sich die eigentliche Ausbildung der menschlichen Sprache und damit der zweite und wichtigere Theil der Menschwerdung vollzog. Wir können daher wohl mit Recht als eine besondere (21ste) Stufe unserer menschlichen Ahnenreihe den sprachlosen Menschen (Alalus) oder Affenmenschen (Pithecanthropus) unterscheiden, welcher zwar körperlich dem Menschen in allen wesentlichen Merkmalen schon gleichgebildet, aber noch ohne den Besitz der gegliederten Wortsprache war.

Die Entstehung der gegliederten Wortsprache, und die damit verbundene höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Kehlkopfs haben wir erst als die spätere, zweite und wichtigste Stufe in dem Entwickelungsvorgang der Menschwerdung zu betrachten. Sie war es ohne Zweifel, welche vor allem die tiefe Kluft zwischen Mensch und Thier schaffen half, und welche zunächst auch die wichtigsten Fortschritte in der Seelenthätigkeit und der damit verbundenen Vervollkommnung des Gehirns veranlaßte. Allerdings existirt eine Sprache als Mittheilung von Empfindungen, Bestrebungen und Gedanken auch bei sehr vielen Thieren, theils als Gebärdensprache oder Zeichensprache, theils als Tastsprache oder Berührungssprache, theils als Lautsprache oder Tonsprache. Allein eine wirkliche Wortsprache oder Begriffssprache, eine sogenannte „gegliederte oder artikulirte“ Sprache, welche die Laute durch Abstraction zu Worten umbildet und die Worte zu Sätzen verbindet, ist, so viel wir wissen, ausschließliches Eigenthum des Menschen.

Mehr als alles Andere mußte die Entstehung der menschlichen Sprache veredelnd und umbildend auf das menschliche Seelenleben und somit auf sein Gehirn einwirken. Die höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Gehirns, und des Geisteslebens als der höchsten Function des Gehirns, entwickelte sich in unmittelbarer Wechselwirkung mit seiner Aeußerung durch die Sprache. Daher konnten die bedeutendsten Vertreter der vergleichenden Sprachforschung in der Entwickelung der menschlichen Sprache mit Recht den wichtigsten Scheidungsprozeß des Menschen von seinen thierischen Vorfahren erblicken. Dies hat namentlich August Schleicher in seinem Schriftchen „Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen“ hervorgehoben[34]). In diesem Verhältniß ist einer der engsten Berührungspunkte zwischen der vergleichenden Zoologie nnd der vergleichenden Sprachkunde gegeben, und hier stellt die Entwickelungstheorie für die letztere die Aufgabe, den Ursprung der Sprache Schritt für Schritt zu verfolgen. Diese ebenso interessante als wichtige Aufgabe ist in neuester Zeit von

mehreren Seiten mit Glück in Angriff genommen worden, so insbesondere von Wilhelm Bleek [35]), welcher seit 13 Jahren in Südafrika mit dem Studium der Sprachen der niedersten Menschenrassen beschäftigt und dadurch besonders zur Lösung dieser Frage befähigt ist. Wie sich die verschiedenen Sprachformen, gleich allen anderen organischen Formen und Functionen, durch den Proceß der natürlichen Züchtung entwickelt, und in viele Arten und Abarten zersplittert haben, hat namentlich August Schleicher der Selectionstheorie entsprechend erörtert [6]).

Den Prozeß der Sprachbildung selbst hier weiter zu verfolgen, haben wir keinen Raum, und ich verweise Sie in dieser Beziehung namentlich auf die wichtige, eben erwähnte Schrift von Wilhelm Bleek „über den Ursprung der Sprache" [35]). Dagegen müssen wir noch eines der wichtigsten hierauf bezüglichen Resultate der vergleichenden Sprachforschung hervorheben, welches für den Stammbaum der Menschenarten von höchster Bedeutung ist, daß nämlich die menschliche Sprache wahrscheinlich einen vielheitlichen oder polyphyletischen Ursprung hat. Die menschliche Sprache als solche entwickelte sich wahrscheinlich erst, nachdem die Gattung des sprachlosen Urmenschen oder Affenmenschen in mehrere Arten oder Species auseinander gegangen war. Bei jeder von diesen Menschenarten, und vielleicht selbst bei verschiedenen Unterarten und Abarten dieser Species, entwickelte sich die Sprache selbstständig und unabhängig von einander. Wenigstens giebt Schleicher, eine der ersten Autoritäten auf diesem Gebiete, an, daß „schon die ersten Anfänge der Sprache, im Laute sowohl als nach den Begriffen und Anschauungen, welche lautlich reflectirt wurden, und ferner nach ihrer Entwickelungsfähigkeit, verschieden gewesen sein müssen. Denn es ist positiv unmöglich, alle Sprachen auf eine und dieselbe Ursprache zurückzuführen. Vielmehr ergeben sich der vorurtheilsfreien Forschung so viele Ursprachen, als sich Sprachstämme unterscheiden lassen" [34]). Bekanntlich entsprechen aber die Grenzen dieser Sprachstämme und ihrer Verzweigungen keineswegs den Grenzen der verschiedenen Menschenarten

oder sogenannten „Rassen", und hierin vorzüglich liegt die große Schwierigkeit, welche die weitere Verfolgung des menschlichen Stammbaums in seine einzelnen Zweige, die Arten, Rassen, Abarten u. s. w. darbietet.

Hier angelangt, können wir nicht umhin, noch einen flüchtigen Blick auf diese weitere Verzweigung des menschlichen Stammbaums zu werfen und dabei die viel besprochene Frage vom einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung des Menschengeschlechts, seinen Arten oder Rassen, vom Standpunkte der Descendenztheorie aus zu beleuchten. Bekanntlich stehen sich in dieser Frage seit langer Zeit zwei große Parteien gegenüber, die Monophyleten und Polyphyleten. Die Monophyleten (oder Monogenisten) behaupten den einheitlichen Ursprung und die Blutsverwandtschaft aller Menschenarten. Die Polyphyleten (oder Polygenisten) dagegen sind der Ansicht, daß die verschiedenen Menschenarten oder Rassen selbstständigen Ursprungs sind. Nach den vorhergehenden genealogischen Untersuchungen kann es Ihnen nicht zweifelhaft sein, daß im weiteren Sinne jedenfalls die monophyletische Ansicht die richtige ist. Denn vorausgesetzt auch, daß die Umbildung menschenähnlicher Affen zu Menschen mehrmals stattgefunden hätte, so würden doch jene Affen selbst durch den einheitlichen Stammbaum der ganzen Affenordnung wiederum zusammenhängen. Es könnte sich daher immer nur um einen näheren oder entfernteren Grad der eigentlichen Blutsverwandtschaft handeln. Im engeren Sinne dagegen könnte man der polyphyletischen Anschauung insofern Recht geben, als wahrscheinlich die verschiedenen Ursprachen sich ganz unabhängig von einander entwickelt haben. Wenn man also die Entstehung der gegliederten Wortsprache als den eigentlichen Hauptakt der Menschwerdung ansieht, und die Arten des Menschengeschlechts nach ihrem Sprachstamme unterscheiden will, so könnte man sagen, daß die verschiedenen Menschenarten unabhängig von einander entstanden seien, indem verschiedene Zweige der aus den Affen unmittelbar entstandenen sprachlosen Urmenschen sich selbstständig ihre Ursprache bildeten. Immerhin würden natürlich auch diese an

ihrer Wurzel entweder weiter oben oder tiefer unten wieder zusammenhängen und also doch schließlich alle von einem gemeinsamen Urstamme abzuleiten sein.

Wie ich bereits in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts“ [36]) ausführte, kann man die verschiedenen sogenannten „Rassen“ des Menschengeschlechts mit eben so vielem Rechte als „gute Arten oder Species“ ansehen, wie viele Thierformen und Pflanzenformen, welche allgemein als „gute Species“ einer Gattung gelten. Ich habe dort zehn verschiedene Species der Gattung Homo unterschieden, über deren muthmaßliche Stammverwandtschaft ich Ihnen schließlich noch folgende, durch Taf. VIII erläuterte Andeutungen geben will. Ich bemerke dabei ausdrücklich, daß ich diesen genealogischen Versuch, gleich allen anderen vorher erläuterten Stammbäumen der Thiere und Pflanzen, eben nur als einen ersten Versuch betrachtet wissen will, und daß neben meinen genealogischen Hypothesen, wie ich Sie Ihnen hier gebe, noch eine ganze Menge von anderen Hypothesen, namentlich bezüglich der Verzweigungen des Stammbaums im Einzelnen, mehr oder minder Anspruch auf Geltung machen können.

Die Merkmale, durch welche man gewöhnlich die Menschenrassen unterscheidet, sind theils der Haarbildung, theils der Hautfarbe, theils der Schädelbildung entnommen. In letzterer Beziehung unterscheidet man als zwei extreme Formen Langköpfe und Kurzköpfe. Bei den Langköpfen (Dolichocephali), deren stärkste Ausbildung sich bei den Afronegern und Australnegern findet, ist der Schädel langgestreckt, schmal, von rechts nach links zusammengedrückt. Bei den Kurzköpfen (Brachycephali) dagegen ist der Schädel umgekehrt von vorn nach hinten zusammengedrückt, kurz und breit, wie es namentlich bei den Mongolen in die Augen springt. Die zwischen beiden Extremen in der Mitte stehenden Mittelköpfe (Mesocephali) sind namentlich bei den Amerikanern vorherrschend. In jeder dieser drei Gruppen kommen Schiefzähnige (Prognathi) vor, bei denen die Kiefer, wie bei der thierischen Schnauze, stark vorspringen, und die Vorderzähne daher

Uebersicht der zehn Menschen-Arten und ihrer Abarten.

I. Wollhaarige Menschen Homines ulotriches.			
I. Urmensch Homo primigenius	1. Westöstlicher Zweig	1. Wollhaariger Urmensch	Südasien?
	2. Nordsüdlicher Zweig	2. Schlichthaariger Urmensch	
II. Papua-Mensch Homo papua	3. Nördlicher Zweig	3. Papua-Polynesier	Neuguinea Neubritannien ꝛc.
	4. Südlicher Zweig	4. Tasmanier	Vandiemensland
III. Hottentotten-Mensch Homo hottentottus	5. Südlicher Zweig	5. Quaiquas	Südafrika zwischen 22 und 36° S.B.
	6. Nördlicher Zweig	6. Buschmänner	
IV. Afroneger oder Mittelafrikanischer Mensch Homo afer	7. Nördlicher Zweig	7. Senegambier	Mittelafrika (oberhalb des Aequators)
		8. Sudanen	
	8. Südlicher Zweig	9. Beschuanen	Südafrika (unterhalb des Aequators)
		10. Kaffern	
II. Schlichthaarige Menschen Homines lissotriches.			
V. Australneger Homo alfurus	9. Nördlicher Zweig	11. Alfuru-Polynesier	Südwest-Polynesien
	10. Südlicher Zweig	12. Neuholländer	Neuholland
VI. Polynesischer oder malayischer Mensch Homo polynesius	11. Westlicher Zweig	13. Malakkaner	Malakka
		14. Sundainsulaner	Sundainseln
		15. Madagassen	Madagaskar
		16. Neuseeländer	Neuseeland ꝛc.
	12. Oestlicher Zweig	17. Nordwestpolynesier	Karolinen Marianen ꝛc.
		18. Nordostpolynesier	Sandwichinseln Tahiti ꝛc.
VII. Polarmensch Homo arcticus	13. Asiatischer Zweig	19. Tungusen	Nördlichstes Asien
		20. Samojeden	
	14. Amerikanischer Zweig	21. Eskimos	Nördlichstes Amerika
		22. Grönländer	
VIII. Amerikanischer Mensch Homo americanus	15. Nördlicher Zweig	23. Nordamerikaner	Nordamerika
		24. Mexicaner	
	16. Südlicher Zweig	25. Südamerikaner	Südamerika
		26. Patagonier	
IX. Mongolischer Mensch (Turanischer oder gelber Mensch) Homo mongolicus	17. Südöstlicher Zweig	27. Chinesen	Südöstliches Asien
		28. Japanesen	
	18. Nordwestlicher Zweig	29. Tataren	Mittelasien
		30. Türken	Westasien
		31. Finnen	Finnland ꝛc.
		32. Magyaren	Ungarn
X. Kaukasischer Mensch (Iranischer oder weißer Mensch) Homo caucasicus	19. Semitischer (südlicher) Zweig	33. Araber	Arabien, Syrien und Nordafrika
		34. Berber	
		35. Abessinier	
		36. Juden	
	20. Indogermanischer (nördlicher) Zweig	37. Arier	Südwestasien
		38. Romanen	Südeuropa
		39. Slaven	Osteuropa
		40. Germanen	Nordwesteuropa

schief nach vorn gerichtet sind, und Gradzähner (Orthognathi), bei denen die Kiefer wenig vorspringen, und die Vorderzähne senkrecht stehen. Endlich kann man nach der Haarbildung als zwei große Hauptgruppen Wollhaarige (Ulotriches) und Schlichthaarige (Lissotriches) unterscheiden. Von den zehn angenommenen Menschenarten würden vier zur Reihe der Wollhaarigen und sechs zur Reihe der Schlichthaarigen gehören. Im Allgemeinen stehen die wollhaarigen und die schiefzähnigen Menschen auf einer viel tieferen Entwickelungsstufe, und den Affen viel näher, als die schlichthaarigen und die geradzähnigen Menschen. Dagegen finden sich Langköpfe nicht allein bei allen wollhaarigen, sondern auch bei vielen schlichthaarigen Menschen vor, obwohl hier Mittelköpfe und Kurzköpfe überwiegen.

Die erste Menschenart würde der längst ausgestorbene Urmensch (Homo primigenius oder Pithecanthropus primigenius) bilden, den wir nach der einheitlichen oder monophyletischen Descendenz-Hypothese als die unmittelbare Uebergangsform vom menschenähnlichsten Affen zum Menschen und als die gemeinsame Stammform aller übrigen Menschenarten zu betrachten hätten (Vergl. Taf. VIII). Bei der außerordentlichen Aehnlichkeit, welche sich zwischen den niedersten wollhaarigen Menschen und den höchsten Menschenaffen selbst jetzt noch erhalten hat, bedarf es nur geringer Einbildungskraft, um sich zwischen Beiden eine vermittelnde Zwischenform und in dieser ein ungefähres Bild von dem muthmaßlichen Urmenschen oder Affenmenschen vorzustellen. Die Schädelform desselben wird sehr langköpfig und schiefzähnig gewesen sein, das Haar wollig, die Hautfarbe dunkel, bräunlich oder schwärzlich. Die Behaarung des ganzen Körpers wird dichter als bei allen jetzt lebenden Menschenarten gewesen sein, die Arme im Verhältniß länger und stärker, die Beine dagegen kürzer und dünner, mit ganz unentwickelten Waden; der Gang nur halb aufrecht, mit stark eingebogenen Knieen. Von den jetzt existirenden Festländern kann allen bekannten Anzeichen nach weder Amerika, noch Europa, noch Australien die Heimath dieses Urmenschen, und somit die Urheimath des Menschengeschlechts überhaupt gewesen sein. Vielmehr deuten die

meisten Anzeichen auf das südliche Asien. Vielleicht war aber auch das östliche Afrika der Ort, an welchem zuerst die Entstehung des Urmenschen aus den menschenähnlichsten Affen erfolgte; vielleicht auch ein jetzt unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener Kontinent, welcher sich im Süden des jetzigen Asiens einerseits östlich bis nach den Sunda-Inseln, andrerseits westlich bis nach Madagaskar und Afrika erstreckte. Wahrscheinlich entwickelten sich aus dieser Urmenschenart durch natürliche Züchtung verschiedene, uns unbekannte, jetzt längst ausgestorbene Menschenarten, von denen zwei am meisten divergente, eine wollhaarige Art und eine schlichthaarige Art, im Kampf um's Dasein über die übrigen den Sieg davon trugen, und die Stammformen der übrigen Menschenarten wurden. Der wollhaarige Zweig breitete sich zunächst südlich des Aequators aus, indem er sich theils nach Osten (nach Neuguinea), theils nach Westen (nach Südafrika) hinüberwandte. Der schlichthaarige Zweig dagegen wandte sich hauptsächlich nach Norden und bevölkerte zunächst Asien; ein Theil desselben wurde aber nach Australien verschlagen, und erhob sich hier nur wenig über die tiefe Stufe der ursprünglichen Bildung.

Alle heute noch lebenden wollhaarigen Völker (Ulotriches) sind auf einer viel tieferen Stufe der Ausbildung stehen geblieben, als die meisten schlichthaarigen. Sie alle haben die langköpfige nnd schiefzähnige Schädelform und die dunkle Hautfarbe beibehalten. Der ursprünglichen Stammform des wollhaarigen Astes in mancher Beziehung am nächsten steht vielleicht der Papua-Mensch oder Negrito (Homo papua), welcher zerstreut auf einzelnen Inselgruppen des südasiatischen und des australischen Archipelagus lebt, auf Neuguinea, Neubritannien, den Salomonsinseln u. s. w. Auch die kürzlich ausgestorbenen Bewohner von Tasmanien (Vandiemensland) gehörten hierher. Die Hautfarbe ist schwarz oder schwarzbraun, das Haupthaar meistens eine mächtige wollige Perücke. Während einige Zweige dieser Menschenart sich in verhältnißmäßig hohem Grade der Kultur zugängig gezeigt haben, sind andere dagegen auf der niedrigsten Stufe der Menschheit stehen geblieben.

Das letztere gilt auch von den nächstverwandten Hottentotten oder Schmiermenschen (Homo hottentottus), worunter wir nicht bloß die echten Hottentotten oder Quaiquas, sondern auch die viehischen Buschmänner und einige andere nächstverwandte Stämme des südlichsten Afrika begreifen. Zwar werden dieselben gewöhnlich mit der folgenden Art, den echten Negern, vereinigt. Allein sie unterscheiden sich von diesen in mancher Beziehung, namentlich durch die hellere, mehr gelblich braune Hautfarbe. Dagegen schließen sie sich durch die büschelförmige Sonderung des Haares und andere Eigenheiten mehr dem Papua-Menschen an, so daß wir sie wohl als den Rest einer Zwischenart betrachten können, welche den Uebergang vom Papua-Neger zum echten, mittelafrikanischen Neger vermittelte. Wahrscheinlich stammen sie von einem Zweige des Papua-Menschen ab, der nach Südwesten wanderte.

Eine vierte und letzte Art unter der Reihe der wollhaarigen Menschen bildet der echte Neger oder Afroneger, der mittelafrikanische oder äthiopische Mensch (Homo afer oder niger). Hierher gehört die große Mehrzahl der Bewohner Afrikas, mit Ausnahme der kaukasischen Bewohner des nördlichen Afrika und der Hottentotten der Südspitze. Wahrscheinlich entstand diese Art direct oder indirect ebenfalls aus einem nach Westen gewanderten Zweige der Papua-Neger, vielleicht durch Vermittelung der Hottentotten-Art. Wie bei den drei vorhergehenden Arten, ist die Hautfarbe dunkel, geht jedoch hier öfter in reines Schwarz über, während sie allerdings bei einigen nördlichen Stämmen auch hell gelblich braun wird. Man kann diese Menschenart in zwei divergente Zweige eintheilen, von denen der südliche die Kaffern und Beschuanen, der nördliche die Senegambier und Sudanen umfaßt.

Unter der zweiten Reihe der Menschenarten, den schlichthaarigen Völkern (Lissotriches), sind auf der tiefsten Stufe die Neuholländer oder Australneger stehen geblieben, auch „Alfurus" (im engeren Sinne) genannt (Homo alfurus oder australis). Es gehören hieher die affenartigen Ureinwohner Australiens, sowie die Al-

furu-Polynesier, d. h. ein Theil von der schlichthaarigen schwarzen Bevölkerung der Philippinen, Molukken und anderer südasiatischer und polynesischer Inselgruppen. In vielen körperlichen und geistigen Beziehungen stehen diese schwarzen, schlichthaarigen Stämme auf der tiefsten Stufe menschlicher Bildung, selbst noch unter den Hottentotten und Papuas, und könnten demnach vielleicht als ein wenig verändertes Ueberbleibsel von dem vorher erwähnten zweiten Hauptzweige der Urmenschenart angesehen werden, welcher die Stammform aller schlichthaarigen Menschen wurde. Die Hautfarbe ist bei diesen Australnegern meist schwarz, wie bei den echten Negern und Papuas, und ebenso der Schädel stark schiefzähnig und langköpfig. Sie unterscheiden sich von ihnen aber auf den ersten Blick durch das schlichte, niemals wollige, schwarze Kopfhaar.

Als sechste Menschenart kann man an den Alfuru oder Australneger zunächst den malayischen oder polynesischen Menschen (Homo polynesius oder malayus) anschließen, welcher im Ganzen der sogenannten braunen oder malayischen Rasse im früheren Sinne entspricht. Die jetzt noch lebenden Malayen, ein dürftiger Ueberrest der früheren Masse, kann man in einen östlichen und einen westlichen Zweig eintheilen. Zu ersterem gehören die meisten heller gefärbten Bewohner der australischen Inselwelt und des großen oceanischen Archipelagus, die Ureinwohner von Neuseeland, Otaheiti, den Sandwichinseln, Karolinen-Inseln u. s. w. Der westliche Zweig dagegen umfaßt einen großen Theil von den Ureinwohnern der Sundainseln und des südasiatischen Festlandes, namentlich Malacca. Ein weit nach Westen verschlagener Stamm derselben hat Madagaskar bevölkert. Die Hautfarbe der Malayen ist bisweilen noch sehr dunkel, meistens aber hellbraun. Ein Theil der Polynesier schließt sich durch seinen schiefzähnigen Langkopf noch unmittelbar an die Australneger an. Ein anderer Theil dagegen hat einen Mittelkopf oder sogar einen entschiedenen Kurzkopf und schließt sich dadurch, sowie durch mehr oder weniger zurücktretende und gerade Zahnstellung (Orthognathismus) mehr den Mongolen, und sogar den Kaukasiern an. Wahrscheinlich sind in die-

ser buntgemischten Menschenart noch Reste von den ursprünglichen Zwischenformen versteckt, welche den Uebergang von den Australnegern zu den höher entwickelten schlichthaarigen Menschenarten bildeten. In ähnlicher Weise wie sich die Nagethiere, Insectenfresser, Flederthiere und Affen als vier divergente Zweige aus der gemeinsamen Stammgruppe der Halbaffen entwickelt haben, sind vielleicht die vier Menschenarten der Mongolen, Polarmenschen, Amerikaner und Kaukasier aus der gemeinsamen malayischen Stammart entstanden.

Als ein weit nach Norden verschlagener Stamm, der direct oder indirect von einem Zweige der Polynesier abstammt, ist wahrscheinlich der Polarmensch (Homo arcticus) anzusehen. Wir verstehen darunter die nordamerikanischen Eskimos, und die ihnen nächstverwandten, langköpfigen, gelblich braunen Bewohner der nordischen Polarländer in beiden Hemisphären, der östlichen und westlichen, insbesondere die Tungusen und Samojeden des nördlichen Asiens. Durch Anpassung an das Polarklima ist diese Menschenform so eigenthümlich umgebildet, daß man sie wohl als Vertreter einer besonderen Species betrachten kann. Gewöhnlich werden die Polarmenschen entweder mit der mongolischen oder mit der amerikanischen Art vereinigt. Allein sie entfernen sich von beiden durch ihren entschiedenen Langkopf, durch welchen sie sich vielmehr an die langköpfigen Zweige der Polynesier anschließen.

Eine achte Species bildet der mongolische oder mittelasiatische Mensch, auch gelber Mensch oder Turaner genannt (Homo mongolicus oder turanus). Den Hauptstamm dieser Art bilden die Bewohner des nördlichen und mittleren Asiens, mit Ausnahme der Polarmenschen im Norden und der Kaukasier im Westen. Auch ein großer Theil der Südasiaten gehört hierher, und von den Europäern die Lappen, Finnen und Ungarn. Als zwei Hauptzweige der umfangreichen mongolischen Völkergruppe kann man einen südöstlichen Zweig (Chinesen und Japanesen) und einen nordwestlichen Zweig (Tataren Türken, Finnen, Magyaren 2c.) unterscheiden. Die Hautfarbe dieser Art ist, durch den gelben Grundton ausgezeichnet, bald heller

erbsengelb oder selbst weißlich, bald dunkler braungelb. Das straffe Haar ist schwarz. Die Schädelform ist bei der großen Mehrzahl entschieden kurzköpfig (namentlich bei den Kalmücken, Baschkiren u. s. w.), häufig auch mittelköpfig (Tataren, Chinesen u. s. w.). Dagegen kommen echte Langköpfe unter ihnen gar nicht vor. Sie stammen wahrscheinlich von einem südasiatischen Zweige der Polynesier ab, der sich nach Norden wandte.

Dem mongolischen Menschen nächstverwandt ist der amerikanische oder rothe Mensch (Homo americanus), zu welcher Species die sogenannten Ureinwohner sowohl des südlichen als des nördlichen Amerika gehören, nach Ausschluß der Eskimos und der verwandten Polar-Menschen. Wie bekannt, ist diese Menschenart durch den rothen Grundton ihrer Hautfarbe auszeichnet, welcher bald rein kupferroth oder heller röthlich, bald dunkler rothbraun oder selbst gelbbraun wird. Die Schädelform ist meistens der Mittelkopf, selten in Kurzkopf oder Langkopf übergehend. Das Haar ist straff und schwarz. In der ganzen Schädel- und Körperbildung stehen die amerikanischen Indianer den Mongolen des östlichen Asiens am nächsten und stammen aller Wahrscheinlichkeit nach auch wirklich von diesen ab. Möglicherweise sind aber von Westen her außer Mongolen auch Polynesier in Amerika eingewandert und haben sich hier mit ersteren vermischt. Jedenfalls sind die Ureinwohner Amerikas aus der alten Welt herübergekommen und keineswegs, wie einige meinten, aus amerikanischen Affen entstanden.

Als zehnte und letzte Menschenart steht an der Spitze der Schlichthaarigen der weiße, kaukasische oder iranische Mensch (Homo caucasicus oder iranus). Aller Wahrscheinlichkeit nach ist auch diese Species aus einem Zweige der malayischen oder polynesischen Art im südlichen Asien entstanden, vielleicht auch aus einem Zweige der mongolischen Art. Die Hautfarbe ist keineswegs bei allen Kaukasiern so hell, wie bei den meisten Europäern, geht vielmehr schon bei vielen Semiten des nördlichen Afrika in dunkles Braungelb, und bei vielen Bewohnern Vorderindiens in fast schwärzliches Braun über. Die Schädelbildung ist mannichfaltiger als bei allen übrigen Arten, im Ganzen

überwiegend wohl mittelköpfig, seltener rein langköpfig oder kurzköpfig. Von Südasien aus hat sich diese Species nach Westen hin entwickelt und zunächst über das westliche Asien, das nördliche Afrika und ganz Europa ausgebreitet. Schon frühzeitig muß dieselbe sich in zwei divergente Zweige gespalten haben, den semitischen und indogermanischen. Aus dem semitischen Zweige, welcher mehr im Süden sich ausbreitete, gingen die Araber, und weiterhin die Abessinier, Berber und Juden hervor. Der indogermanische Zweig dagegen wanderte weiter nach Norden und Westen, und spaltete sich dabei wiederum in zwei divergente Zweige, den ario-romanischen, aus welchem die arischen und romanischen Völker entstanden, und den slavo-germanischen, welcher den slavischen und germanischen Völkerschaften den Ursprung gab. Wie sich die weitere Verzweigung des indogermanischen Zweiges, aus dem die höchst entwickelten Kulturvölker hervorgingen, auf Grund der vergleichenden Sprachforschung im Einzelnen genau verfolgen läßt, hat August Schleicher in sehr anschaulicher Form genealogisch entwickelt[6]).

Durch die unaufhörlichen und riesigen Fortschritte, welche die Kultur bei dieser, der kaukasischen Menschenart weit mehr als bei allen übrigen machte, hat dieselbe die übrigen Menschenarten jetzt dergestalt überflügelt, daß sie die meisten anderen Species im Kampfe um das Dasein früher oder später besiegen und verdrängen wird. Schon jetzt gehen die Amerikaner, Polynesier und Alfurus mit raschen Schritten ihrem völligen Aussterben entgegen, ebenso die wollhaarigen Hottentotten und Papuaneger. Dagegen werden die drei noch übrigen Menschenarten, die echten Neger in Mittelafrika, die arktischen Menschen in den Polargegenden und die mächtigen Mongolen in Mittelasien, begünstigt durch die Natur ihrer Heimath, der sie sich besser als die kaukasischen Menschen anpassen können, den Kampf um's Dasein mit diesen noch auf lange Zeit hinaus glücklich bestehen.

Zwanzigster Vortrag.

Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie.

Einwände gegen die Abstammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der für die Descendenztheorie erforderlichen Zeiträume. Angeblicher und wirklicher Mangel von verbindenden Uebergangsformen zwischen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeständigkeit von der Vererbung, und des Formwechsels von der Anpassung. Entstehung sehr zusammengesetzter Organisationseinrichtungen durch stufenweise Vervollkommnung. Stufenweise Entstehung der Instinkte und Seelenthätigkeiten. Entstehung der apriorischen Erkenntnisse aus aposteriorischen. Erfordernisse für das richtige Verständniß der Abstammungslehre. Biologische Kenntnisse und philosophisches Verständniß derselben. Nothwendige Wechselwirkung der Empirie und Philosophie. Beweise für die Descendenztheorie. Innerer ursächlicher Zusammenhang aller allgemeinen biologischen Erscheinungsreihen, nur durch die Abstammungslehre erklärbar, ohne dieselbe unverständlich. Der directe Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Descendenztheorie zur Anthropologie. Beweise für den thierischen Ursprung des Menschen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Bestandtheil der Descendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweise Entwickelung des menschlichen Geistes. Körper und Geist. Menschenseele und Thierseele. Blick in die Zukunft.

Meine Herrn! Wenn ich einerseits vielleicht hoffen darf, Ihnen durch diese Vorträge die Abstammungslehre mehr oder weniger wahrscheinlich gemacht, und einige von Ihnen selbst von ihrer unerschütterlichen Wahrheit überzeugt zu haben, so verhehle ich mir andrerseits keineswegs, daß die Meisten von Ihnen im Laufe meiner Erörterungen eine Masse von mehr oder weniger begründeten Einwürfen gegen die-

selbe erhoben haben werden. Es erscheint mir daher jetzt, am Schlusse unserer Betrachtungen, durchaus nothwendig, wenigstens die wichtigsten derselben zu widerlegen, und zugleich auf der anderen Seite die überzeugenden Beweisgründe nochmals hervorzuheben, welche für die Wahrheit der Entwickelungslehre Zeugniß ablegen.

Die Einwürfe, welche man gegen die Abstammungslehre überhaupt erhebt, zerfallen in zwei große Gruppen, Einwände des Glaubens und Einwände der Vernunft. Mit den Einwendungen der ersten Gruppe, die in den unendlich mannichfaltigen Glaubensvorstellungen der menschlichen Individuen ihren Ursprung haben, brauche ich mich hier durchaus nicht zu befassen. Denn, wie ich bereits im Anfang dieser Vorträge bemerkte, hat die Wissenschaft, als das objective Ergebniß der sinnlichen Erfahrung und des Erkenntnißstrebens der menschlichen Vernunft, gar Nichts mit den subjectiven Vorstellungen des Glaubens zu thun, welche von einzelnen Menschen als unmittelbare Eingebungen oder Offenbarungen des Schöpfers gepredigt, und dann von der unselbstständigen Menge geglaubt werden. Dieser bei den verschiedenen Völkern unendlich verschiedenartige Glaube fängt bekanntlich erst da an, wo die Wissenschaft aufhört. Die Naturwissenschaft betrachtet denselben nach dem Grundsatz Friedrich's des Großen, „daß jeder auf seine Façon selig werden kann", und nur da tritt sie nothwendig in Konflikt mit besonderen Glaubensvorstellungen, wo dieselben der freien Forschung eine Grenze, und der menschlichen Erkenntniß ein Ziel setzen wollen, über welches dieselbe nicht hinaus dürfe. Das ist nun allerdings gewiß hier im stärksten Maaße der Fall, da die Entwickelungslehre sich zur Aufgabe das höchste wissenschaftliche Problem gesetzt hat, das wir uns setzen können: das Problem der Schöpfung, des Werdens der Dinge, und insbesondere des Werdens der organischen Formen, an ihrer Spitze des Menschen. Hier ist es nun jedenfalls eben so das gute Recht, wie die heilige Pflicht der freien Forschung, keinerlei menschliche Autorität zu scheuen, und muthig den Schleier vom Bilde des Schöpfers zu lüften, unbekümmert, welche natürliche Wahrheit darunter verborgen sein mag. Die göttliche Offenbarung,

welche wir als die einzig wahre anerkennen, steht überall in der Natur geschrieben, und jedem Menschen mit gesunden Sinnen und gesunder Vernunft steht es frei, in diesem heiligen Tempel der Natur durch eigenes Forschen und selbstständiges Erkennen der untrüglichen Offenbarung theilhaftig zu werden.

Wenn wir demgemäß hier alle Einwürfe gegen die Abstammungslehre unberücksichtigt lassen können, die etwa von den Priestern der zahllosen verschiedenen Glaubensreligionen erhoben werden könnten, so werden wir dagegen nicht umhin können, die wichtigsten von denjenigen Einwänden zu widerlegen, welche mehr oder weniger wissenschaftlich begründet erscheinen, und von denen man zugestehen muß, daß man durch sie auf den ersten Blick in gewissem Grade eingenommen und von der Annahme der Abstammungslehre zurückgeschreckt werden kann. Unter diesen Einwänden erscheint Vielen als der wichtigste derjenige, welcher die Zeitlänge betrifft. Wir sind nicht gewohnt, mit so ungeheuern Zeitmaaßen umzugehen, wie sie für die Schöpfungsgeschichte erforderlich sind. Es wurde früher bereits erwähnt, daß wir die Zeiträume, in welchen die Arten durch allmähliche Umbildung entstanden sind, nicht nach einzelnen Jahrtausenden berechnen müssen, sondern nach Hunderten und nach Millionen von Jahrtausenden. Allein schon die Dicke der geschichteten Erdrinde, die Erwägung der ungeheuern Zeiträume, welche zu ihrer Ablagerung aus dem Wasser erforderlich waren, und der zwischen diesen Senkungszeiträumen verflossenen Hebungszeiträume oder „Anteperioden" (S. 305) beweisen uns eine Zeitdauer der organischen Erdgeschichte, welche unser menschliches Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Wir sind hier in derselben Lage, wie in der Astronomie betreffs des unendlichen Raums. Wie wir die Entfernungen der verschiedenen Planetensysteme nicht nach Meilen, sondern nach Siriusweiten berechnen, von denen jede wieder Millionen Meilen einschließt, so müssen wir in der organischen Erdgeschichte nicht nach Jahrtausenden, sondern nach paläontologischen oder geologischen Perioden rechnen, von denen jede viele Jahrtausende, und manche vielleicht Millionen oder selbst Milliarden von Jahrtausenden umfaßt. Es

ist sehr gleichgültig, wie hoch man annähernd die unermeßliche Länge dieser Zeiträume schätzen mag, weil wir in der That nicht im Stande sind, mittelst unserer beschränkten Einbildungskraft uns eine wirkliche Anschauung von diesen Zeiträumen zu bilden, und weil wir auch keine sichere mathematische Basis, wie in der Astronomie besitzen, um nur die ungefähre Länge des Maaßstabes irgendwie in Zahlen festzustellen. Nur dagegen müssen wir uns auf das bestimmteste verwahren, daß wir in dieser außerordentlichen, unsere Vorstellungskraft vollständig übersteigenden Länge der Zeiträume irgend einen Grund gegen die Entwickelungslehre sehen könnten. Wie ich Ihnen bereits in einem früheren Vortrage auseinandersetzte, ist es im Gegentheil vom Standpunkte der strengen Philosophie das Gerathenste, diese Schöpfungsperioden möglichst lang vorauszusetzen, und wir laufen um so weniger Gefahr, uns in dieser Beziehung in unwahrscheinliche Hypothesen zu verlieren, je größer wir die Zeiträume für die organischen Entwickelungsvorgänge annehmen (S. 103). Je länger wir z. B. die Anteocenperiode annehmen, desto eher können wir begreifen, wie innerhalb derselben die wichtigen Umbildungen erfolgten, welche die Fauna und Flora der Kreidezeit so scharf von derjenigen der Eocenzeit trennen. Die große Abneigung, welche die meisten Menschen gegen die Annahme so unermeßlicher Zeiträume haben, rührt größtentheils davon her, daß wir in der Jugend mit der Vorstellung groß gezogen werden, die ganze Erde sei nur einige tausend Jahre alt. Außerdem ist das Menschenleben, welches höchstens den Werth eines Jahrhunderts erreicht, eine außerordentlich kurze Zeitspanne, welche sich am wenigsten eignet, als Maaßeinheit für jene geologischen Perioden zu gelten. Denken Sie nur im Vergleiche damit an die fünfzig mal längere Lebensdauer mancher Bäume, z. B. der Drachenbäume (Dracaena) und Affenbrodbäume (Adansonia), deren individuelles Leben einen Zeitraum von fünftausend Jahren übersteigt; und denken Sie andrerseits an die Kürze des individuellen Lebens bei manchen niederen Thieren, z. B. bei den Infusorien, wo das Individuum als solches nur wenige Tage, oder selbst nur wenige Stunden lebt. Diese Vergleichung stellt uns die Re-

lativität alles Zeitmaaßes auf das Unmittelbarste vor Augen. Ganz gewiß müssen, wenn die Entwickelungslehre überhaupt wahr ist, ungeheuere, uns gar nicht vorstellbare Zeiträume verflossen sein, während die stufenweise historische Entwickelung des Thier- und Pflanzenreichs durch allmähliche Umbildung der Arten vor sich ging. Es liegt aber auch nicht ein einziger Grund vor, irgend eine bestimmte Grenze für die Länge jener phyletischen Entwickelungsperioden anzunehmen.

Ein zweiter Haupteinwand, der von vielen, namentlich systematischen Zoologen und Botanikern, gegen die Abstammungslehre erhoben wird, ist der, daß man keine Uebergangsformen zwischen den verschiedenen Arten finden könne, während man diese doch nach der Abstammungslehre in Menge finden müßte. Dieser Einwurf ist zum Theil begründet, zum Theil aber auch nicht. Denn es existiren Uebergangsformen sowohl zwischen lebenden, als auch zwischen ausgestorbenen Arten in außerordentlicher Menge, überall nämlich da, wo wir Gelegenheit haben, sehr zahlreiche Individuen von verwandten Arten vergleichend in's Auge zu fassen. Grade diejenigen sorgfältigsten Untersucher der einzelnen Species, von denen man jenen Einwurf häufig hört, grade diese finden wir in ihren speciellen Untersuchungsreihen beständig durch die in der That unlösbare Schwierigkeit aufgehalten, die einzelnen Arten scharf zu unterscheiden. In allen systematischen Werken, welche einigermaßen gründlich sind, begegnen Sie endlosen Klagen darüber, daß man hier und dort die Arten nicht unterscheiden könne, weil zu viele Uebergangsformen vorhanden seien. Daher bestimmt auch jeder Naturforscher den Umfang und die Zahl der einzelnen Arten anders, als die übrigen. Wie ich schon früher erwähnte (S. 223), nehmen in einer und derselben Organismengruppe die einen Zoologen und Botaniker 10 Arten an, andere 20, andere hundert oder mehr, während noch andere Systematiker alle diese verschiedenen Formen nur als Spielarten oder Varietäten einer einzigen „guten Species" betrachten. Man braucht daher bei den meisten Formengruppen wahrlich nicht lange zu suchen, um die von Vielen vermißten Uebergangsformen und Zwischenstufen zwischen den einzelnen Species in Hülle und Fülle zu finden.

Bei vielen Arten fehlen freilich die Uebergangsformen wirklich. Dies erklärt sich indessen ganz einfach durch das Princip der Divergenz oder Sonderung, dessen Bedeutung ich Ihnen früher erläutert habe (S. 217). Der Umstand, daß der Kampf um das Dasein um so heftiger zwischen zwei verwandten Formen ist, je näher sie sich stehen, muß nothwendig das baldige Erlöschen der verbindenden Zwischenformen zwischen zwei divergenten Arten begünstigen. Wenn eine und dieselbe Species nach verschiedenen Richtungen auseinandergehende Varietäten hervorbringt, die sich zu neuen Arten gestalten, so muß der Kampf zwischen diesen neuen Formen und der gemeinsamen Stammform um so lebhafter sein, je weniger sie sich von einander entfernen, dagegen um so weniger gefährlich, je stärker die Divergenz ist. Naturgemäß werden also die verbindenden Zwischenformen vorzugsweise und meistens sehr schnell aussterben, während die am meisten divergenten Formen als getrennte „neue Arten" übrig bleiben und sich fortpflanzen. Dem entsprechend finden wir auch keine Uebergangsformen mehr in solchen Gruppen, welche ganz im Aussterben begriffen sind, wie z. B. unter den Vögeln die Strauße, unter den Säugethieren die Elephanten, Giraffen, Halbaffen, Zahnarmen und Schnabelthiere. Diese im Erlöschen begriffenen Formgruppen erzeugen keine neuen Varietäten mehr, und naturgemäß sind hier die Arten sogenannte „gute", d. h. scharf von einander geschiedene Species. In denjenigen Thiergruppen dagegen, wo noch die Entfaltung und der Fortschritt sich geltend macht, wo die existirenden Arten durch Bildung neuer Varietäten in viele neue Arten auseinandergehen, finden wir überall massenhaft Uebergangsformen vor, welche der Systematik die größten Schwierigkeiten bereiten. Das ist z. B. unter den Vögeln bei den Finken der Fall, unter den Säugethieren bei den meisten Nagethieren (besonders den mäuse- und rattenartigen), bei einer Anzahl von Wiederkäuern und von echten Affen, insbesondere bei den südamerikanischen Rollaffen (Cebus) und vielen Anderen. Die fortwährende Entfaltung der Species durch Bildung neuer Varietäten erzeugt hier eine Masse von Zwischenformen, welche die sogenannten guten Arten

verbinden und ihre scharfe specifische Unterscheidung ganz illusorisch machen.

Daß dennoch keine vollständige Verwirrung der Formen, kein allgemeines Chaos in der Bildung der Thier- und Pflanzengestalten entsteht, hat einfach seinen Grund in dem Gegengewicht, welches der Entstehung neuer Formen durch fortschreitende Anpassung gegenüber die erhaltende Macht der Vererbung ausübt. Der Grad von Beharrlichkeit und Veränderlichkeit, den jede organische Form zeigt, ist lediglich bedingt durch den jeweiligen Zustand des Gleichgewichts zwischen diesen beiden sich entgegenstehenden Funktionen. Die Vererbung ist die Ursache der Beständigkeit der Species; die Anpassung ist die Ursache der Abänderung der Art. Wenn also einige Naturforscher sagen, offenbar müßte nach der Abstammungslehre eine noch viel größere Mannichfaltigkeit der Formen stattfinden, und andere umgekehrt, es müßte eine viel strengere Gleichheit der Formen sich zeigen, so unterschätzen die ersteren das Gewicht der Vererbung und die letzteren das Gewicht der Anpassung. Der Grad der Wechselwirkung zwischen der Vererbung und Anpassung bestimmt den Grad der Beständigkeit und Veränderlichkeit der organischen Species, den dieselbe in jedem gegebenen Zeitabschnitt besitzt.

Ein weiterer Einwand gegen die Descendenztheorie, welcher in den Augen vieler Naturforscher und Philosophen ein großes Gewicht besitzt, besteht darin, daß dieselbe die Entstehung zweckmäßig wirkender Organe durch zwecklos oder mechanisch wirkende Ursachen behauptet. Dieser Einwurf erscheint namentlich von Bedeutung bei Betrachtung derjenigen Organe, welche offenbar für einen ganz bestimmten Zweck so vortrefflich angepaßt erscheinen, daß die scharfsinnigsten Mechaniker nicht im Stande sein würden, ein vollkommeneres Organ für diesen Zweck zu erfinden. Solche Organe sind vor allen die höheren Sinnesorgane der Thiere, Auge und Ohr. Wenn man bloß die Augen und Gehörwerkzeuge der höheren Thiere kennte, so würden dieselben uns in der That große und vielleicht un-

übersteigliche Schwierigkeiten verursachen. Wie könnte man sich erklären, daß allein durch die natürliche Züchtung jener außerordentlich hohe und höchst bewunderungswürdige Grad der Vollkommenheit und der Zweckmäßigkeit in jeder Beziehung erreicht wird, welchen wir bei den Augen und Ohren der höheren Thiere wahrnehmen? Zum Glück hilft uns aber hier die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte über alle Hindernisse hinweg. Denn wenn wir die stufenweise Vervollkommnung der Augen und Ohren Schritt für Schritt im Thierreich verfolgen, so finden wir eine solche allmähliche Stufenleiter der Ausbildung vor, daß wir auf das schönste die Entwickelung der höchst verwickelten Organe durch alle Grade der Vollkommenheit hindurch verfolgen können. So erscheint z. B. das Auge bei den niedersten Thieren als ein einfacher Farbstofffleck, der noch kein Bild von äußeren Gegenständen entwerfen, sondern höchstens den Unterschied der verschiedenen Lichtstrahlen wahrnehmen kann. Dann tritt zu diesem ein empfindender Nerv hinzu. Später entwickelt sich allmählich innerhalb jenes Pigmentflecks die erste Anlage der Linse, ein lichtbrechender Körper, der schon im Stande ist, die Lichtstrahlen zu concentriren und ein bestimmtes Bild zu entwerfen. Aber es fehlen noch alle die zusammengesetzten Apparate für Akkommodation und Bewegung des Auges, die verschieden lichtbrechenden Medien, die hoch differenzirte Sehnervenhaut u. s. w., welche bei den höheren Thieren dieses Werkzeug so vollkommen gestalten. Von jenem einfachsten Organ bis zu diesem höchst vollkommenen Apparat zeigt uns die vergleichende Anatomie in ununterbrochener Stufenleiter alle möglichen Uebergänge, so daß wir uns die stufenweise, allmähliche Bildung auch eines solchen höchst complicirten Organes wohl anschaulich machen können. Ebenso wie wir im Laufe der individuellen Entwickelung einen gleichen stufenweisen Fortschritt in der Ausbildung des Organs unmittelbar verfolgen können, ebenso muß derselbe auch in der geschichtlichen (phyletischen) Entstehung des Organs stattgefunden haben.

Bei Betrachtung solcher höchst vollkommenen Organe, die scheinbar von einem künstlerischen Schöpfer für ihre bestimmte Thätigkeit

zweckmäßig erfunden und construirt, in der That aber durch die zwecklose Thätigkeit der natürlichen Züchtung mechanisch entstanden sind, empfinden viele Menschen ähnliche Schwierigkeiten des naturgemäßen Verständnisses, wie die rohen Naturvölker gegenüber den verwickelten Erzeugnissen unserer neuesten Maschinenkunst. Die Wilden, welche zum erstenmal ein Linienschiff oder eine Locomotive sehen, halten diese Gegenstände für die Erzeugnisse übernatürlicher Wesen, und können nicht begreifen, daß der Mensch, ein Organismus ihres Gleichen, einen solchen Apparat hervorgebracht habe. Nicht allein die älteren Erdumsegler, welche Amerika und die Südseeinseln entdeckten, wissen davon zu erzählen, sondern noch in jüngster Zeit ist die Anlage der von den Engländern in Abessinien eingerichteten Eisenbahn die Ursache ähnlicher Bemerkungen gewesen. Die Locomotive wurde dort für den leibhaftigen Teufel gehalten. Auch die ungebildeten Menschen unserer eigenen Rasse sind nicht im Stande, einen so verwickelten Apparat in seiner eigentlichen Wirksamkeit zu begreifen, und die rein mechanische Natur desselben zu verstehen. Die meisten Naturforscher verhalten sich aber, wie Darwin sehr richtig bemerkt, gegenüber den Formen der Organismen nicht anders, als jene Wilden dem Linienschiff oder der Locomotive gegenüber. Das naturgemäße Verständniß von der rein mechanischen Entstehung der organischen Formen kann hier nur durch eine gründliche allgemeine biologische Bildung, und durch die specielle Bekanntschaft mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte gewonnen werden.

Unter den übrigen gegen die Abstammungslehre erhobenen Einwürfen will ich hier endlich noch einen hervorheben und widerlegen, der namentlich in den Augen vieler Laien ein großes Gewicht besitzt: Wie soll man sich aus der Descendenztheorie die Geistesthätigkeiten der Thiere und namentlich die specifischen Aeußerungen derselben, die sogenannten Instinkte entstanden denken? Diesen schwierigen Gegenstand hat Darwin in einem besonderen Capitel seines Werkes (im siebenten) so ausführlich behandelt, daß ich Sie hier darauf verweisen kann. Wir müssen die Instinkte we-

sentlich als Gewohnheiten der Seele auffassen, welche durch Anpassung erworben und durch Vererbung auf viele Generationen übertragen und befestigt werden. Die Instinkte verhalten sich demgemäß ganz wie andere Gewohnheiten, welche nach den Gesetzen der gehäuften Anpassung (S. 186) und der befestigten Vererbung (S. 170) zur Entstehung neuer Functionen und somit auch neuer Formen ihrer Organe führen. Hier wie überall geht die Wechselwirkung zwischen Function und Organ Hand in Hand. Ebenso wie die Geistesfähigkeiten des Menschen stufenweise durch fortschreitende Anpassung des Gehirns erworben und durch dauernde Vererbung befestigt wurden, so sind auch die Instinkte der Thiere, welche nur quantitativ, nicht qualitativ von jenen verschieden sind, durch stufenweise Vervollkommnung ihres Seelenorgans, des Centralnervensystems, durch Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung, entstanden. Die Instinkte werden bekanntermaßen vererbt; allein auch die Erfahrungen, also neue Anpassungen der Thierseele, werden vererbt; und die Abrichtung der Hausthiere zu verschiedenen Seelenthätigkeiten, welche die wilden Thiere nicht im Stande sind auszuführen, beruht auf der Möglichkeit der Seelenanpassung. Wir kennen jetzt schon eine Reihe von Beispielen, in denen solche Anpassungen, nachdem sie erblich durch eine Reihe von Generationen sich übertragen hatten, schließlich als angeborene Instinkte erschienen, und doch waren sie von den Voreltern der Thiere erst erworben. Hier ist die Dressur durch Vererbung in Instinkt übergegangen. Die charakteristischen Instinkte der Jagdhunde, Schäferhunde und anderer Hausthiere, welche sie mit auf die Welt bringen, sind ebenso wie die Naturinstinkte der wilden Thiere, von ihren Voreltern erst durch Anpassung erworben worden. Sie sind in dieser Beziehung den angeblichen „Erkenntnissen a priori“ des Menschen zu vergleichen, die ursprünglich von unseren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntnissen) „a posteriori,“ durch sinnliche Erfahrung, erworben wurden. Wie ich schon früher bemerkte, sind offenbar die „Erkenntnisse a priori“ erst durch lange

andauernde Vererbung von erworbenen Gehirnanpassungen aus ursprünglich empirischen „Erkenntnissen a posteriori“ entstanden (S. 26).

Die so eben besprochenen und widerlegten Einwände gegen die Descendenztheorie dürften wohl die wichtigsten sein, welche ihr entgegengehalten worden sind. Ich glaube Ihnen deren Grundlosigkeit genügend dargethan zu haben. Die zahlreichen übrigen Einwürfe, welche außerdem noch gegen die Entwickelungslehre im Allgemeinen oder gegen den biologischen Theil derselben, die Abstammungslehre, im Besonderen erhoben worden sind, beruhen entweder auf einer solchen Unkenntniß der empirisch festgestellten Thatsachen, oder auf einem solchen Mangel an richtigem Verständniß derselben, und an Fähigkeit, die daraus nothwendig sich ergebenden Folgeschlüsse zu ziehen, daß es wirklich nicht der Mühe lohnen würde, hier näher auf ihre Widerlegung einzugehen. Nur einige allgemeine Gesichtspunkte möchte ich Ihnen in dieser Beziehung noch mit einigen Worten nahe legen.

Zunächst ist hinsichtlich des ersterwähnten Punktes zu bemerken, daß, um die Abstammungslehre vollständig zu verstehen, und sich ganz von ihrer unerschütterlichen Wahrheit zu überzeugen, ein allgemeiner Ueberblick über die Gesammtheit des biologischen Erscheinungsgebietes unerläßlich ist. *Die Descendenztheorie ist eine biologische Theorie*, und man darf daher mit Fug und Recht verlangen, daß diejenigen Leute, welche darüber ein endgültiges Urtheil fällen wollen, den erforderlichen Grad biologischer Bildung besitzen. Dazu genügt es nicht, daß sie in diesem oder jenem Gebiete der Zoologie, Botanik und Protistik specielle Erfahrungskenntnisse besitzen. Vielmehr müssen sie nothwendig eine *allgemeine Uebersicht der gesammten Erscheinungsreihen* wenigstens in einem der drei organischen Reiche besitzen. Sie müssen wissen, welche allgemeinen Gesetze aus der vergleichenden Morphologie und Physiologie der Organismen, insbesondere aus der vergleichenden Anatomie, aus der individuellen und paläontologischen Entwickelungsgeschichte u. s. w. sich ergeben, und sie müssen eine Vorstellung von dem tiefen *mechanischen, ursächlichen Zusammenhang* haben, in dem alle jene

Erscheinungsreihen stehen. Selbstverständlich ist dazu ein gewisser Grad allgemeiner Bildung und namentlich philosophischer Erziehung erforderlich, den leider heutzutage nicht viele Leute für nöthig halten. Ohne die nothwendige Verbindung von empirischen Kenntnissen und von philosophischem Verständniß derselben kann die unerschütterliche Ueberzeugung von der Wahrheit der Descendenztheorie nicht gewonnen werden.

Nun bitte ich Sie, gegenüber dieser ersten Vorbedingung für das wahre Verständniß der Descendenztheorie, die bunte Menge von Leuten zu betrachten, die sich herausgenommen haben, über dieselbe mündlich und schriftlich ein vernichtendes Urtheil zu fällen! Die meisten derselben sind Laien, welche die wichtigsten biologischen Erscheinungen entweder gar nicht kennen, oder doch keine Vorstellung von ihrer tieferen Bedeutung besitzen. Was würden Sie von einem Laien sagen, der über die Zellentheorie urtheilen wollte, ohne jemals Zellen gesehen zu haben, oder über die Wirbeltheorie, ohne jemals vergleichende Anatomie getrieben zu haben? Und doch begegnen Sie solchen lächerlichen Anmaßungen in der Geschichte der biologischen Descendenztheorie alle Tage! Sie hören Tausende von Laien und von Halbgebildeten darüber ein entscheidendes Urtheil fällen, die weder von Botanik noch von Zoologie, weder von vergleichender Anatomie noch von Gewebelehre, weder von Paläontologie noch von Embryologie Etwas wissen. Daher kömmt es, daß, wie Huxley treffend sagt, die allermeisten gegen Darwin veröffentlichten Schriften das Papier nicht werth sind, auf dem sie geschrieben wurden.

Sie könnten mir einwenden, daß ja unter den Gegnern der Descendenztheorie doch auch viele Naturforscher, und selbst manche berühmte Zoologen und Botaniker sind. Diese letzteren sind jedoch meist ältere Gelehrte, die in ganz entgegengesetzten Anschauungen alt geworden sind, und denen man nicht zumuthen kann, noch am Abend ihres Lebens sich einer Reform ihrer, zur festen Gewohnheit gewordenen Weltanschauung zu unterziehen. Sodann muß aber auch aus-

drücklich hervorgehoben werden, daß nicht nur eine allgemeine Uebersicht des ganzen biologischen Erscheinungsgebiets, sondern auch ein philosophisches Verständniß desselben nothwendige Vorbedingungen für die überzeugte Annahme der Descendenztheorie sind. Nun finden Sie aber gerade diese unerläßlichen Vorbedingungen bei dem größten Theil der heutigen Naturforscher leider keineswegs erfüllt. Die Unmasse von neuen empirischen Thatsachen, mit denen uns die riesigen Fortschritte der neueren Naturwissenschaft bekannt gemacht haben, hat eine vorherrschende Neigung für das specielle Studium einzelner Erscheinungen und kleiner engbegrenzter Erfahrungsgebiete herbeigeführt. Darüber wird die Erkenntniß der übrigen Theile und namentlich des großen umfassenden Naturganzen meist völlig vernachlässigt. Jeder, der gesunde Augen und ein Mikroskop zum Beobachten, Fleiß und Geduld zum Sitzen hat, kann heutzutage durch mikroskopische „Entdeckungen" eine gewisse Berühmtheit erlangen, ohne doch den Namen eines Naturforschers zu verdienen. Dieser gebührt nur dem, der nicht bloß die einzelnen Erscheinungen zu kennen, sondern auch deren ursächlichen Zusammenhang zu erkennen strebt. Noch heute untersuchen und beschreiben die meisten Paläontologen die Versteinerungen, ohne die wichtigsten Thatsachen der Embryologie zu kennen. Andrerseits verfolgen die Embryologen die Entwickelungsgeschichte des einzelnen organischen Individuums, ohne eine Ahnung von der paläontologischen Entwickelungsgeschichte des ganzen zugehörigen Stammes zu haben, von welcher die Versteinerungen berichten. Und doch stehen diese beiden Zweige der organischen Entwickelungsgeschichte, die Ontogenie oder die Geschichte des Individuums, und die Phylogenie oder die Geschichte des Stammes, im engsten ursächlichen Zusammenhang, und die eine ist ohne die andere gar nicht zu verstehen. Aehnlich steht es mit dem systematischen und dem anatomischen Theile der Biologie. Noch heute giebt es in der Zoologie und Botanik zahlreiche Systematiker, welche in dem Irrthum arbeiten, durch bloße sorgfältige Untersuchung der äußeren und leicht zugänglichen Körperformen, ohne die tiefere Kenntniß ihres inneren Baues, das

natürliche System der Thiere und Pflanzen construiren zu können. Andrerseits giebt es Anatomen und Histologen, welche das eigentliche Verständniß des Thier- und Pflanzenkörpers bloß durch die genaueste Erforschung des inneren Körperbaues einer einzelnen Species, ohne die vergleichende Betrachtung der gesammten Körperform bei allen verwandten Organismen, gewinnen zu können meinen. Und doch steht auch hier, wie überall, Inneres und Aeußeres, Vererbung und Anpassung in der engsten Wechselbeziehung, und das Einzelne kann nie ohne Vergleichung mit dem zugehörigen Ganzen wirklich verstanden werden. Jenen einseitigen Facharbeitern möchten wir daher mit Goethe zurufen:

„Müsset im Naturbetrachten
„Immer Eins wie Alles achten.
„Nichts ist drinnen, Nichts ist draußen,
„Denn was innen, das ist außen.“

und weiterhin:

„Natur hat weder Kern noch Schale
„Alles ist sie mit einem Male.“

Noch viel nachtheiliger aber, als jene einseitige Richtung ist für das allgemeine Verständniß des Naturganzen der allgemeine Mangel philosophischer Bildung, durch welchen sich die meisten Naturforscher der Gegenwart auszeichnen. Die vielfachen Verirrungen der früheren speculativen Naturphilosophie, aus dem ersten Drittel unseres Jahrhunderts, haben bei den exacten empirischen Naturforschern die ganze Philosophie in einen solchen Mißcredit gebracht, daß dieselben in dem komischen Irrwahne leben, das Gebäude der Naturwissenschaft aus bloßen Thatsachen, ohne philosophische Verknüpfung derselben, aus bloßen Kenntnissen, ohne Verständniß derselben, aufbauen zu können. Während aber ein rein speculatives, absolut philosophisches Lehrgebäude, welches sich nicht um die unerläßliche Grundlage der empirischen Thatsachen kümmert, ein Luftschloß wird, das die erste beste Erfahrung über den Haufen wirft, so bleibt andrerseits ein rein empirisches, absolut aus Thatsachen zusammengesetztes Lehrgebäude ein wüster Steinhaufen, der nimmermehr den Namen eines Gebäudes verdienen wird. Die nackten, durch die Erfahrung festge-

stellten Thatsachen sind immer nur die rohen Bausteine, und ohne die denkende Verwerthung, ohne die philosophische Verknüpfung derselben kann keine Wissenschaft entstehen. Wie ich Ihnen schon früher eindringlich vorzustellen versuchte, entsteht nur durch die innigste Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung von Philosophie und Empirie das unerschütterliche Gebäude der wahren, monistischen Wissenschaft, oder was dasselbe ist, der Naturwissenschaft.

Aus dieser beklagenswerthen Entfremdung der Naturforschung von der Philosophie, und aus dem rohen Empirismus, der heutzutage leider von den meisten Naturforschern als „exacte Wissenschaft" gepriesen wird, entspringen jene seltsamen Quersprünge des Verstandes, jene groben Verstöße gegen die elementare Logik, jenes Unvermögen zu den einfachsten Schlußfolgerungen, denen Sie heutzutage auf allen Wegen der Naturwissenschaft, ganz besonders aber in der Zoologie und Botanik begegnen können. Hier rächt sich Vernachlässigung der philosophischen Bildung und Schulung des Geistes unmittelbar auf das Empfindlichste. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn jenen rohen Empirikern auch die tiefe innere Wahrheit der Descendenztheorie gänzlich verschlossen bleibt. Wie das triviale Sprichwort sehr treffend sagt, „sehen sie den Wald vor lauter Bäumen nicht." Nur durch allgemeinere philosophische Studien und namentlich durch strengere logische Schulung des Geistes kann diesem schlimmen Uebelstande auf die Dauer abgeholfen werden (vergl. Gen. Morph. I. 63; II, 447).

Wenn Sie dieses Verhältniß recht erwägen, und mit Bezug auf die empirische Begründung der philosophischen Entwickelungstheorie weiter darüber nachdenken, so wird es Ihnen auch alsbald klar werden, wie es sich mit den vielfach geforderten „Beweisen für die Descendenztheorie" verhält. Je mehr sich die Abstammungslehre in den letzten Jahren allgemein Bahn gebrochen hat, je mehr sich alle wirklich denkenden jüngeren Naturforscher und alle wirklich biologisch gebildeten Philosophen von ihrer inneren Wahrheit und Unent-

behrlichkeit überzeugt haben, desto lauter haben die Gegner derselben nach thatsächlichen Beweisen dafür gerufen. Dieselben Leute, welche kurz nach dem Erscheinen von Darwin's Werke dasselbe für ein „bodenloses Phantasiegebäude," für eine „willkührliche Speculation," für einen „geistreichen Traum" erklärten, dieselben lassen sich jetzt gütig zu der Erklärung herab, daß die Descendenztheorie allerdings eine wissenschaftliche „Hypothese" sei, daß dieselbe aber erst noch „bewiesen" werden müsse. Wenn diese Aeußerungen von Leuten geschehen, die nicht die erforderliche empirisch-philosophische Bildung, die nicht die nöthigen Kenntnisse in der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie besitzen, so läßt man sich das gefallen, und verweist sie auf die in jenen Wissenschaften niedergelegten Argumente. Wenn aber die gleichen Aeußerungen von anerkannten Fachmännern geschehen, von Lehrern der Zoologie und Botanik, die doch von Rechtswegen einen Ueberblick über das Gesammtgebiet ihrer Wissenschaft besitzen sollten, oder die wirklich mit den Thatsachen jener genannten Wissenschaftsgebiete vertraut sind, dann weiß man in der That nicht, was man dazu sagen soll! Diejenigen, denen selbst der jetzt bereits gewonnene Schatz an empirischer Naturkenntniß nicht genügt, um darauf die Descendenztheorie sicher zu begründen, die werden auch durch keine andere, etwa noch später zu entdeckende Thatsache von ihrer Wahrheit überzeugt werden. Ich muß Sie hier wiederholt darauf hinweisen, daß alle großen, allgemeinen Gesetze und alle umfassenden Erscheinungsreihen der verschiedensten biologischen Gebiete einzig und allein durch die Entwickelungstheorie (und speciell durch den biologischen Theil derselben, die Descendenztheorie) erklärt und verstanden werden können, und daß sie ohne dieselbe gänzlich unerklärt und unbegriffen bleiben. Sie alle begründen in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang die Descendenztheorie als das größte biologische Inductionsgesetz. Erlauben Sie mir, Ihnen schließlich nochmals alle jene Inductionsreihen, alle jene allgemeinen biolo-

gischen Gesetze, auf welchen dieses umfassende Entwickelungsgesetz unumstößlich fest ruht, im Zusammenhange zu nennen:

1) Die paläontologische Entwickelungsgeschichte der Organismen, das stufenweise Auftreten und die historische Reihenfolge der verschiedenen Arten und Artengruppen, die empirischen Gesetze des paläontologischen Artenwechsels, wie sie uns durch die Versteinerungskunde geliefert werden, insbesondere die fortschreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Thier- und Pflanzengruppen in den auf einander folgenden Perioden der Erdgeschichte.

2) Die individuelle Entwickelungsgeschichte der Organismen, die Embryologie und Metamorphologie, die stufenweisen Veränderungen in der allmählichen Ausbildung des Körpers und seiner einzelnen Organe, namentlich die fortschreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Organe und Körpertheile in den auf einander folgenden Perioden der individuellen Entwickelung.

3) Der innere ursächliche Zusammenhang zwischen der Ontogenie und Phylogenie, der Parallelismus zwischen der individuellen Entwickelungsgeschichte der Organismen und der paläontologischen Entwickelungsgeschichte ihrer Vorfahren; ein Causalnexus, der durch die Gesetze der Vererbuug und Anpassung thatsächlich begründet wird, und der sich in den Worten zusammenfassen läßt: Die ganze Ontogenie wiederholt in großen Zügen nach den Gesetzen der Vererbung und Anpassung das Gesammtbild der Phylogenie.

4) Die vergleichende Anatomie der Organismen, der Nachweis von der wesentlichen Uebereinstimmung des inneren Baues der verwandten Organismen, trotz der größten Verschiedenheit der äußeren Form bei den verschiedenen Arten; die Erklärung derselben durch die ursächliche Abhängigkeit der inneren Uebereinstimmung des Baues von der Vererbung, der äußeren Ungleichheit der Körperform von der Anpassung.

5) Der innere ursächliche Zusammenhang zwischen der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte, die harmonische Uebereinstimmung zwischen den Gesetzen der stufenweisen Ausbildung, der fortschreitenden Differenzirung und Vervollkommnung, wie sie uns durch die vergleichende Anatomie auf der einen Seite, durch die Ontogenie und Paläontologie auf der anderen Seite klar vor Augen gelegt werden.

6) Die Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie, wie ich früher die Wissenschaft von den rudimentären Organen, von den verkümmerten und entarteten, zwecklosen und unthätigen Körpertheilen genannt habe; einer der wichtigsten und interessantesten Theile der vergleichenden Anatomie, welcher, richtig gewürdigt, für sich allein schon im Stande ist, den Grundirrthum der teleologischen und dualistischen Naturbetrachtung zu widerlegen, und die alleinige Begründung der mechanischen und monistischen Weltanschauung zu beweisen.

7) Das natürliche System der Organismen, die natürliche Gruppirung aller verschiedenen Formen von Thieren, Pflanzen und Protisten in zahlreiche, kleinere und größere, neben und über einander geordnete Gruppen; der verwandtschaftliche Zusammenhang der Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Klassen, Stämme u. s. w.; ganz besonders aber die baumförmig verzweigte Gestalt des natürlichen Systems, welche aus einer naturgemäßen Anordnung und Zusammenstellung aller dieser Gruppenstufen oder Kategorien sich von selbst ergiebt. Die stufenweis verschiedene Formverwandtschaft derselben ist nur dann erklärlich, wenn man sie als Ausdruck der wirklichen Blutsverwandtschaft betrachtet; die Baumform des natürlichen Systems kann nur als wirklicher Stammbaum der Organismen verstanden werden.

8) Die Chorologie der Organismen, die Wissenschaft von der räumlichen Verbreitung der organischen Species, von ihrer geographischen und topographischen Vertheilung über die Erdoberfläche, über die Höhen der Gebirge und die Tiefen

des Meeres, insbesondere die wichtige Erscheinung, daß jede Organismenart von einem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte" (richtiger „Urheimath" oder „Ausbreitungscentrum" genannt) ausgeht, d. h. von einem einzelnen Ort, an welchem dieselbe einmal entstand, und von dem aus sie sich über die Erde verbreitete.

9) Die Oecologie der Organismen, die Wissenschaft von den gesammten Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, zu den organischen und anorganischen Existenzbedingungen; die sogenannte „Oekonomie der Natur", die Wechselbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demselben Orte mit einander leben, ihre Anpassung an die Umgebung, ihre Umbildung durch den Kampf um's Dasein, insbesondere die Verhältnisse des Parasitismus u. s. w. Grade diese Erscheinungen der „Naturökonomie", welche der Laie bei oberflächlicher Betrachtung als die weisen Einrichtungen eines planmäßig wirkenden Schöpfers anzusehen pflegt, zeigen sich bei tieferem Eingehen als die nothwendigen Folgen mechanischer Ursachen.

10) Die Einheit der gesammten Biologie, der tiefe innere Zusammenhang, welcher zwischen allen genannten und allen übrigen Erscheinungsreihen in der Zoologie, Protistik und Botanik besteht, und welcher sich einfach und natürlich aus einem einzigen gemeinsamen Grunde derselben erklärt. Dieser Grund kann kein anderer sein, als die gemeinsame Abstammung aller verschiedenartigen Organismen von einer einzigen, oder mehreren, absolut einfachen Stammformen, gleich den organlosen Moneren. Indem die Descendenztheorie diese gemeinsame Abstammung annimmt, wirft sie sowohl auf jene einzelnen Erscheinungsreihen, als auf die Gesammtheit derselben ein erklärendes Licht, ohne welches sie uns in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang ganz unverständlich bleiben. Die Gegner der Descendenztheorie vermögen uns weder eine einzige von jenen Erscheinungsreihen, noch ihren inneren Zusammenhang unter einander irgendwie

zu erklären. So lange sie dies nicht vermögen, bleibt die Abstammungslehre die unentbehrlichste biologische Theorie.

Auf Grund der angeführten großartigen Zeugnisse würden wir Lamarck's Descendenztheorie zur Erklärung der biologischen Phänomene selbst dann annehmen müssen, wenn wir nicht Darwin's Selectionstheorie besäßen. Nun kommt aber dazu, daß, wie ich Ihnen früher zeigte, die erstere durch die letztere so vollständig direct bewiesen und durch mechanische Ursachen begründet wird, wie wir es nur verlangen können. Die Gesetze der Vererbung und der Anpassung sind allgemein anerkannte physiologische Thatsachen, jene auf die Fortpflanzung, diese auf die Ernährung der Organismen zurückführbar. Andrerseits ist der Kampf um's Dasein eine biologische Thatsache, welche mit mathematischer Nothwendigkeit aus dem allgemeinen Mißverhältniß zwischen der Durchschnittszahl der organischen Individuen und der Ueberzahl ihrer Keime folgt. Indem aber Anpassung und Vererbung im Kampf um's Dasein sich in beständiger Wechselwirkung befinden, folgt daraus mit unvermeidlicher Nothwendigkeit die natürliche Züchtung, welche überall und beständig umbildend auf die organischen Arten einwirkt, und neue Arten durch Divergenz des Charakters erzeugt. Wenn wir diese Umstände recht in Erwägung ziehen, so erscheint uns die beständige und allmähliche Umbildung oder Transmutation der organischen Species als ein biologischer Proceß, welcher nothwendig aus der eigenen Natur der Organismen und ihren gegenseitigen Wechselbeziehungen folgen muß.

Daß auch der Ursprung des Menschen aus diesem allgemeinen organischen Umbildungsvorgang erklärt werden muß, und daß er sich aus diesem ebenso einfach als natürlich erklärt, glaube ich Ihnen in dem letzten Vortrage hinreichend bewiesen zu haben. Ich kann aber hier nicht umhin, Sie hier nochmals auf den unzertrennlichen Zusammenhang dieser sogenannten „Affenlehre" oder „Pithekoidentheorie" mit der gesammten Descendenztheorie hinzuweisen. Wenn die letztere das größte Inductionsgesetz der Biologie ist, so folgt daraus die

letztere mit Nothwendigkeit, als das wichtigste Deductionsgesetz derselben. Beide stehen und fallen mit einander. Da auf das richtige Verständniß dieses Satzes, den ich für höchst wichtig halte und deßhalb schon mehrmals hervorgehoben habe, hier Alles ankommt, so erlauben Sie mir, denselben jetzt noch mit wenigen Worten an einem Beispiele zu erläutern.

Bei allen Säugethieren, die wir kennen, ist der Centraltheil des Nervensystems das Rückenmark und das Gehirn, und der Centraltheil des Blutkreislaufs ein vierfächeriges, aus zwei Kammern und zwei Vorkammern zusammengesetztes Herz. Wir ziehen daraus den allgemeinen Inductionsschluß, daß alle Säugethiere ohne Ausnahme, die ausgestorbenen und die uns noch unbekannten lebenden Arten, eben so gut wie die von uns untersuchten Species, die gleiche Organisation, ein gleiches Herz, Gehirn und Rückenmark besitzen. Wenn nun in irgend einem Erdtheile, wie es noch jetzt alljährlich vorkömmt, irgend eine neue Säugethierart entdeckt wird, z. B. eine neue Beutelthierart, oder eine neue Rattenart, oder eine neue Affenart, so weiß jeder Zoolog von vornherein, ohne den inneren Bau derselben untersucht zu haben, ganz bestimmt, daß diese Species, eben so wie alle übrigen Säugethiere, ein vierfächeriges Herz, ein Gehirn und ein Rückenmark besitzen muß. Keinem einzigen Naturforscher fällt es ein, daran zu zweifeln, und etwa zu denken, daß das Centralnervensystem bei dieser neuen Säugethierart möglicherweise aus einem Bauchmark mit Schlundring, wie bei den Gliedfüßern, oder aus zerstreuten Knotenpaaren, wie bei den Weichthieren bestehen könnte; oder daß das Herz vielkammerig, wie bei den Insecten, oder einkammerig, wie bei den Mantelthieren sein könnte. Jener ganz bestimmte und sichere Schluß, welcher doch auf gar keiner unmittelbaren Erfahrung beruht, ist ein Deductionsschluß. Ebenso begründete Goethe, wie ich in einem früheren Vortrage zeigte, aus der vergleichenden Anatomie der Säugethiere den allgemeinen Inductionsschluß, daß dieselben sämmtlich einen Zwischenkiefer besitzen, und zog daraus später den besonderen Deductionsschluß, daß auch der Mensch, der in allen übrigen Beziehungen nicht wesent-

lich von den anderen Säugethieren verschieden sei, einen solchen Zwischenkiefer besitzen müsse. Er behauptete diesen Schluß, ohne den Zwischenkiefer des Menschen wirklich gesehen zu haben und bewies dessen Existenz erst nachträglich durch die wirkliche Beobachtung (S. 70).

Die Induction ist also ein logisches Schlußverfahren aus dem Besonderen auf das Allgemeine, aus vielen einzelnen Erfahrungen auf ein allgemeines Gesetz; die Deduction dagegen schließt aus dem Allgemeinen auf das Besondere, aus einem allgemeinen Naturgesetze auf einen einzelnen Fall. So ist nun auch ohne allen Zweifel die Descendenztheorie ein durch alle genannten biologischen Erfahrungen empirisch begründetes großes Inductionsgesetz; die Pithekoidentheorie dagegen, die Behauptung, daß der Mensch sich aus niederen, und zunächst aus affenartigen Säugethieren entwickelt habe, ein einzelnes Deductionsgesetz, welches mit jenem allgemeinen Inductionsgesetze unzertrennlich verbunden ist.

Der Stammbaum des Menschengeschlechts, wie ich seine Grundzüge Ihnen im letzten Vortrage in ungefähren Umrissen gegeben habe, bleibt natürlich (gleich allen vorher erörterten Stammbäumen der Thiere und Pflanzen) in allen seinen Einzelheiten nur eine mehr oder weniger annähernde genealogische Hypothese. Dies thut aber der Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen im Ganzen keinen Eintrag. Hier, wie bei allen Untersuchungen über die Abstammungsverhältnisse der Organismen, müssen Sie wohl unterscheiden zwischen der allgemeinen oder generellen Descendenz-Theorie, und der besonderen oder speciellen Descendenz-Hypothese. Die allgemeine Abstammungs-Theorie beansprucht volle und bleibende Geltung, weil sie durch alle vorher genannten allgemeinen biologischen Erscheinungsreihen, und durch deren inneren ursächlichen Zusammenhang inductiv begründet wird. Jede besondere Abstammungs-Hypothese dagegen ist in ihrer speciellen Geltung durch den jeweiligen Zustand unserer biologischen Erkenntniß bedingt, und durch die Ausdehnung der objectiven empirischen Grundlage, auf welche wir durch subjective

Schlüsse diese Hypothese deductiv gründen. Daher besitzen alle einzelnen Versuche zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer Organismengruppe immer nur einen zeitweiligen und bedingten Werth, und unsere specielle Hypothese darüber wird immer mehr vervollkommnet werden, je weiter wir in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie der betreffenden Gruppe fortschreiten. Je mehr wir uns dabei aber in genealogische Einzelheiten verlieren, je weiter wir die einzelnen Aeste und Zweige des Stammbaums verfolgen, desto unsicherer und subjectiver wird wegen der Unvollständigkeit der empirischen Grundlagen unsere specielle Abstammungs-Hypothese. Dies thut jedoch der Sicherheit der generellen Abstammungs-Theorie, welche das unentbehrliche Fundament für jedes tiefere Verständniß der biologischen Erscheinungen ist, keinen Abbruch. So erleidet es denn auch keinen Zweifel, daß wir die Abstammung des Menschen zunächst aus affenartigen, weiterhin aus niederen Säugethieren, und so immer weiter aus immer tieferen Stufen des Wirbelthierstammes, bis zu dessen tiefsten wirbellosen Wurzeln hinunter, als allgemeine Theorie mit voller Sicherheit behaupten können und müssen. Dagegen wird die specielle Verfolgung des menschlichen Stammbaums, die nähere Bestimmung der uns bekannten Thierformen, welche entweder wirklich zu den Vorfahren des Menschen gehörten oder diesen wenigstens nächststehende Blutsverwandte waren, stets eine mehr oder minder annähernde Descendenz-Hypothese bleiben, welche um so mehr Gefahr läuft, sich von dem wirklichen Stammbaum zu entfernen, je näher sie demselben durch Aufsuchung der einzelnen Ahnenformen zu kommen sucht. Dies ist mit Nothwendigkeit durch die ungeheure Lückenhaftigkeit unserer paläontologischen Kenntnisse bedingt, welche unter keinen Umständen jemals eine annähernde Vollständigkeit erreichen werden (S. 308—314).

Aus der denkenden Erwägung dieses wichtigen Verhältnisses ergiebt sich auch bereits die Antwort auf eine Frage, welche gewöhnlich zunächst bei Besprechung dieses Gegenstandes aufgeworfen wird, nämlich die Frage nach den wissenschaftlichen Beweisen für den thie-

rischen Ursprung des Menschengeschlechts. Nicht allein die Gegner der Descendenztheorie, sondern auch viele Anhänger derselben, denen die gehörige philosophische Bildung mangelt, pflegen dabei vorzugsweise an einzelne Erfahrungen, an specielle empirische Fortschritte der Naturwissenschaft zu denken. Man erwartet, daß plötzlich die Entdeckung einer geschwänzten Menschenrasse oder einer sprechenden Affenart, oder einer anderen lebenden oder fossilen Uebergangsform zwischen Menschen und Affen, die zwischen beiden bestehende enge Kluft noch mehr ausfüllen, und somit die Abstammung des Menschen vom Affen empirisch „beweisen" soll. Derartige einzelne Erfahrungen, und wären sie anscheinend noch so überzeugend und beweiskräftig, können aber niemals den gewünschten Beweis liefern. Gedankenlose oder mit den biologischen Erscheinungsreihen unbekannte Leute werden jenen einzelnen Zeugnissen immer dieselben Einwände entgegen halten können, die sie unserer Theorie auch jetzt entgegen halten.

Die unumstößliche Sicherheit der Descendenz-Theorie, auch in ihrer Anwendung auf den Menschen, liegt vielmehr viel tiefer, und kann niemals bloß durch einzelne empirische Erfahrungen, sondern nur durch philosophische Vergleichung und Verwerthung unseres gesammten biologischen Erfahrungsschatzes in ihrem wahren inneren Werthe erkannt werden. Sie liegt eben darin, daß die Descendenztheorie als ein allgemeines Inductionsgesetz aus der vergleichenden Synthese aller organischen Naturerscheinungen, und insbesondere aus der dreifachen Parallele der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie mit Nothwendigkeit folgt; und die Pithekoidentheorie bleibt unter allen Umständen (ganz abgesehen von allen Einzelbeweisen) ein specieller Deductionsschluß, welcher wieder aus dem generellen Inductionsgesetz der Descendenztheorie mit Nothwendigkeit gefolgert werden muß.

Auf das richtige Verständniß dieser philosophischen Begründung der Descendenztheorie und der mit ihr unzertrennlich verbundenen Pithekoidentheorie kömmt meiner Ansicht nach Alles an. Viele von Ihnen werden mir dies vielleicht zugeben, aber mir zugleich entgegen halten, daß das Alles nur von der körper-

lichen, nicht von der geistigen Entwickelung des Menschen gelte. Da wir nun bisher uns bloß mit der ersteren beschäftigt haben, so ist es wohl nothwendig, hier auch noch auf die letztere einen Blick zu werfen, und zu zeigen, daß auch sie jenem großen allgemeinen Entwickelungsgesetze unterworfen ist. Dabei ist es vor Allem nothwendig, sich in's Gedächtniß zurückzurufen, wie überhaupt das Geistige vom Körperlichen nie völlig geschieden werden kann, beide Seiten der Natur vielmehr unzertrennlich verbunden sind, und in der innigsten Wechselwirkung miteinander stehen. Wie schon Goethe klar aussprach, „kann die Materie nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein". Der künstliche Zwiespalt, welchen die falsche dualistische und teleologische Philosophie der Vergangenheit zwischen Geist und Körper, zwischen Kraft und Stoff aufrecht erhielt, ist durch die Fortschritte der Naturerkenntniß und namentlich der Entwickelungslehre aufgelöst, und kann gegenüber der siegreichen mechanischen und monistischen Philosophie unserer Zeit nicht mehr bestehen. Wie demgemäß die Menschennatur in ihrer Stellung zur übrigen Welt aufgefaßt werden muß, hat in neuerer Zeit besonders Radenhausen in seiner vortrefflichen und sehr lesenswerthen Isis ausführlich erörtert [33]).

Was nun speciell den Ursprung des menschlichen Geistes oder der Seele des Menschen betrifft, so nehmen wir zunächst an jedem menschlichen Individuum wahr, daß sich derselbe von Anfang an schrittweise und allmählich entwickelt, ebenso wie der Körper. Wir sehen am neugeborenen Kinde, daß dasselbe weder selbstständiges Bewußtsein, noch überhaupt klare Vorstellungen besitzt. Diese entstehen erst allmählich, wenn mittelst der sinnlichen Erfahrung die Erscheinungen der Außenwelt auf das Centralnervensystem einwirken. Aber noch entbehrt das kleine Kind aller jener differenzirten Seelenbewegungen, welche der erwachsene Mensch erst durch langjährige Erfahrung erwirbt. Aus dieser stufenweisen Entwickelung der Menschenseele in jedem einzelnen Individuum können wir nun, gemäß dem innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie, unmittelbar auf die stufenweise Entwickelung der Menschenseele in der ganzen

Menschheit und weiterhin in dem ganzen Wirbelthierstamme zurückschließen. In unzertrennlicher Verbindung mit dem Körper hat auch der Geist des Menschen alle jene langsamen Stufen der Entwickelung, alle jene einzelnen Schritte der Differenzirung und Vervollkommung durchmessen müssen, von welchen Ihnen die hypothetische Ahnenreihe des Menschen in dem letzten Vortrage ein ungefähres Bild gegeben hat.

Allerdings pflegt gerade diese Vorstellung bei den meisten Menschen, wenn sie zuerst mit der Entwickelungslehre bekannt werden, den größten Anstoß zu erregen, weil sie am meisten den hergebrachten mythologischen Anschauungen und den durch ein Alter von Jahrtausenden geheiligten Vorurtheilen widerspricht. Allein eben so gut wie alle anderen Dinge muß nothwendig auch die Menschenseele sich historisch entwickelt haben, und die vergleichende Seelenlehre oder die empirische Psychologie der Thiere zeigt uns klar, daß diese Entwickelung nur gedacht werden kann als eine stufenweise Hervorbildung aus der Wirbelthierseele, als eine allmähliche Differenzirung und Vervollkommnung, welche erst im Laufe vieler Jahrtausende zu dem herrlichen Triumph des Menschengeistes über seine niederen thierischen Ahnenstufen geführt hat. Hier wie überall, ist die Untersuchung der Entwickelung und die Vergleichung der verwandten Erscheinungen der einzige Weg, um zur Erkenntniß der natürlichen Wahrheit zu gelangen. Wir müssen also vor Allem, wie wir es auch bei Untersuchung der körperlichen Entwickelung thaten, die höchsten thierischen Erscheinungen einerseits mit den niedersten thierischen, andrerseits mit den niedersten menschlichen Erscheinungen vergleichen. Das Endresultat dieser Vergleichung ist, daß *zwischen den höchstentwickelten Thierseelen und den tiefstentwickelten Menschenseelen nur ein geringer quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied existirt*, und daß dieser Unterschied viel geringer ist, als der Unterschied zwischen den niedersten und höchsten Menschenseelen, oder als der Unterschied zwischen den höchsten und niedersten Thierseelen.

Um sich von der Begründung dieses wichtigen Resultates zu überzeugen, muß man vor Allem das Geistesleben der wilden Naturvölker

und der Kinder vergleichend studiren [32]). Auf der tiefsten Stufe menschlicher Geistesbildung stehen die Australneger Neuhollands, einige Stämme der polynesischen Papuaneger, und in Afrika die Buschmänner, die Hottentotten und einige Stämme der Afroneger. Die Sprache, der wichtigste Charakter des echten Menschen, ist bei ihnen auf der tiefsten Stufe der Ausbildung stehen geblieben, und damit natürlich auch die Begriffsbildung. Manche dieser wilden Stämme haben nicht einmal eine Bezeichnung für Thier, Pflanze, Ton, Farbe und dergleichen einfachste Begriffe, wogegen sie für jede einzelne auffallende Thier- oder Pflanzenform, für jeden einzelnen Ton oder Farbe ein Wort besitzen. In vielen solcher Sprachen giebt es bloß Zahlwörter für Eins, Zwei und Drei; keine australische Sprache zählt über Vier. Sehr viele wilde Völker können nur bis zehn oder zwanzig zählen, während man einzelne sehr gescheute Hunde dazu gebracht hat, bis vierzig und selbst über sechzig zu zählen. Und doch ist die Zahl der Anfang der Mathematik! Nichts ist aber vielleicht in dieser Beziehung merkwürdiger, als daß einzelne von den wildesten Stämmen im südlichen Asien und östlichen Afrika von der ersten Grundlage aller menschlichen Gesittung, vom Familienleben und der Ehe, gar keinen Begriff haben. Sie leben in Heerden beisammen, wie die Affen, größtentheils auf Bäumen kletternd und von Früchten lebend; sie kennen das Feuer noch nicht, und gebrauchen als Waffen nur Steine und Knüppel, wie es auch die höheren Affen thun. Alle Versuche, diese und viele andere Stämme der niederen Menschenrassen der Kultur zugänglich zu machen, sind bisher gescheitert; es ist unmöglich, da menschliche Bildung pflanzen zu wollen, wo der nöthige Boden dazu, die menschliche Gehirnvervollkommnung, noch fehlt. Noch keiner von jenen Stämmen ist durch die Kultur veredelt worden; sie gehen nur rascher dadurch zu Grunde. Sie haben sich kaum über jene tiefste Stufe des Uebergangs vom Menschenaffen zum Affenmenschen erhoben, welche die Stammeltern der höheren Menschenarten schon seit Jahrtausenden überschritten haben [32]).

Betrachten Sie nun auf der anderen Seite die höchsten Entwickelungsstufen des Seelenlebens bei den höheren Wirbelthieren, namentlich

Vögeln und Säugethieren. Wenn Sie in herkömmlicher Weise als die drei Hauptgruppen der verschiedenen Seelenbewegungen das Empfinden, Wollen und Denken unterscheiden, so finden Sie, daß in jeder dieser Beziehungen die höchst entwickelten Vögel und Säugethiere jenen niedersten Menschenschenformen sich an die Seite stellen, oder sie selbst entschieden überflügeln. Der Wille ist bei den höheren Thieren ebenso entschieden und stark, wie bei charaktervollen Menschen entwickelt. Hier wie dort ist er niemals eigentlich frei, sondern stets durch eine Kette von ursächlichen Vorstellungen bedingt (Vergl. S. 189). Auch stufen sich die verschiedenen Grade des Willens, der Energie und der Leidenschaft, bei den höhern Thieren ebenso mannichfaltig, als bei den Menschen ab. Die Empfindungen der höheren Thiere sind nicht weniger zart und warm, als die der Menschen. Die Treue und Anhänglichkeit des Hundes, die Mutterliebe der Löwin, die Gattenliebe und eheliche Treue der Tauben und der Inseparables ist sprichwörtlich, und wie vielen Menschen könnten sie zum Muster dienen! Wenn man hier die Tugenden als „Instinkte" zu bezeichnen pflegt, so verdienen sie beim Menschen ganz dieselbe Bezeichnung. Was endlich das Denken betrifft, dessen vergleichende Betrachtung zweifelsohne die meisten Schwierigkeiten bietet, so läßt sich doch schon aus der vergleichenden psychologischen Untersuchung, namentlich der kultivirten Hausthiere, so viel mit Sicherheit entnehmen, daß die Vorgänge des Denkens hier nach denselben Gesetzen, wie bei uns, erfolgen. Ueberall liegen Erfahrungen den Vorstellungen zu Grunde und vermitteln die Erkenntniß des Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung. Ueberall ist es, wie beim Menschen, der Weg der Induction und Deduction, welcher zur Bildung der Schlüsse führt. Offenbar stehen in allen diesen Beziehungen die höchst entwickelten Thiere dem Menschen viel näher als den niederen Thieren, obgleich sie durch eine lange Kette von allmählichen Zwischenstufen auch mit den letzteren verbunden sind.

Wenn Sie nun, nach beiden Richtungen hin vergleichend, die niedersten affenähnlichsten Menschenformen, die Australneger, Busch-

männer, Andamanen u. s. w. mit diesen höchstentwickelten Thieren, z. B. Affen, Hunden und Elephanten einerseits, mit den höchstentwickelten Menschen, einem Newton, Kant, Goethe andrerseits zusammenstellen, so wird Ihnen die Behauptung nicht mehr übertrieben erscheinen, daß das Seelenleben der höheren Säugethiere sich stufenweise zu demjenigen des Menschen entwickelt hat. Wenn Sie hier eine scharfe Grenze ziehen wollten, so müßten Sie geradezu dieselbe zwischen den höchstentwickelten Kulturmenschen einerseits und den rohesten Naturmenschen andrerseits ziehen, und letztere mit den Thieren vereinigen. Das ist in der That der Standpunkt, welchen viele neuere Reisende angenommen haben, die jene niedersten Menschenrassen in ihrem Vaterlande andauernd beobachtet haben. So sagt z. B. ein vielgereister Engländer, welcher längere Zeit an der afrikanischen Westküste lebte: „den Neger halte ich für eine niedere Menschenart (Species) und kann mich nicht entschließen, als „Mensch und Bruder" auf ihn herabzuschauen, man müßte denn auch den Gorilla in die Familie aufnehmen". Selbst viele christliche Missionäre, welche nach jahrelanger vergeblicher Arbeit von ihren fruchtlosen Civilisationsbestrebungen bei den niedersten Völkern abstanden, fällen dasselbe harte Urtheil, und behaupten, daß man eher die bildungsfähigen Hausthiere, als diese unvernünftigen viehischen Menschen zu einem gesitteten Kulturleben erziehen könne. Der tüchtige österreichische Missionär Morlang z. B., welcher ohne allen Erfolg viele Jahre hindurch die affenartigen Negerstämme am oberen Nil zu civilisiren suchte, sagt ausdrücklich, „daß unter solchen Wilden jede Mission durchaus nutzlos sei. Sie ständen weit unter den unvernünftigen Thieren; diese letzteren legten doch wenigstens Zeichen der Zuneigung gegen Diejenigen an den Tag, die freundlich gegen sie sind; während jene viehischen Eingeborenen allen Gefühlen der Dankbarkeit völlig unzugänglich seien."

Wenn nun aus diesen und vielen anderen Zeugnissen zuverlässig hervorgeht, daß die geistigen Unterschiede zwischen den niedersten Menschen und den höchsten Thieren geringer sind, als diejenigen zwischen den niedersten und den höchsten Menschen, und wenn Sie damit die

Thatsache zusammenhalten, daß bei jedem einzelnen Menschenkinde sich das Geistesleben aus dem tiefsten Zustande thierischer Bewußtlosigkeit heraus langsam, stufenweise und allmählich entwickelt, sollen wir dann noch daran Anstoß nehmen, daß auch der Geist des ganzen Menschengeschlechts sich in gleicher Art langsam und stufenweise historisch entwickelt hat? Und sollen wir in dieser Thatsache, daß die Menschenseele durch einen langen und langsamen Proceß der Differenzirung und Vervollkommnung sich ganz allmählich aus der Wirbelthierseele hervorgebildet hat, eine „Entwürdigung" des menschlichen Geistes finden? Ich gestehe Ihnen offen, daß diese letztere Anschauung, welche gegenwärtig von vielen Menschen der Pithekoidentheorie entgegengehalten wird, mir ganz unbegreiflich ist. Sehr richtig sagt darüber Bernhard Cotta in seiner trefflichen Geologie der Gegenwart: „Unsere Vorfahren können uns sehr zur Ehre gereichen; viel besser noch aber ist es, wenn wir ihnen zur Ehre gereichen" [31]). Wenn irgend eine Theorie vom Ursprung des Menschengeschlechts entwürdigend und trostlos ist, so muß es ganz gewiß der vielverbreitete Mythus sein, daß wir von einem sündenlosen Elternpaare abstammen, welches durch den ersten Sündenfall sich mit dem Fluche der Sünde belud und diesen nun auf seine ganze Nachkommenschaft vererbte; wir müßten dann fürchten, nach den Vererbungsgesetzen schrittweise einer immer tieferen Erniedrigung und einem immer traurigeren Verfall entgegen zu gehen.

Unsere Entwickelungslehre behauptet aber vom Ursprunge des Menschen und dem Laufe seiner historischen Entwickelung das Gegentheil. Wir erblicken in seiner stufenweise aufsteigenden Entwickelung aus den niederen Wirbelthieren den höchsten Triumph der Menschennatur über die gesammte übrige Natur. Wir sind stolz darauf, unsere niederen thierischen Vorfahren so unendlich weit überflügelt zu haben, und entnehmen daraus die tröstliche Gewißheit, daß auch in Zukunft das Menschengeschlecht im Großen und Ganzen die ruhmvolle Bahn fortschreitender Entwickelung verfolgen, und eine immer höhere Stufe geistiger Vollkommenheit erklimmen wird. In diesem Sinne betrachtet, eröffnet uns die Entwickelungslehre in ihrer Anwendung

auf den Menschen die ermuthigendste Aussicht in die Zukunft, und entkräftet alle jene Befürchtungen, welche man ihrer Verbreitung entgegen gehalten hat.

Die höchste Leistung des menschlichen Geistes ist die vollkommene Erkenntniß, das entwickelte Menschenbewußtsein, und die daraus entspringende sittliche Thatkraft. „Erkenne Dich selbst"! So riefen schon die Philosophen des Alterthums dem nach Veredelung strebenden Menschen zu. „Erkenne Dich selbst"! So ruft die Entwickelungslehre nicht allein dem einzelnen menschlichen Individuum, sondern der ganzen Menschheit zu. Und wie die fortschreitende Selbsterkenntniß für jeden einzelnen Menschen der mächtigste Hebel zur sittlichen Vervollkommnung wird, so wird auch die Menschheit als Ganzes durch die Erkenntniß ihres wahren Ursprungs und ihrer wirklichen Stellung in der Natur auf eine höhere Bahn der moralischen Vollendung geleitet werden. Die einfache Naturreligion, welche sich auf das klare Wissen von der Natur und ihren unerschöpflichen Offenbarungsschatz gründet, wird zukünftig in weit höherem Maaße veredelnd und vervollkommnend auf den Entwickelungsgang der Menschheit einwirken, als die unendlich mannichfaltigen Kirchenreligionen der verschiedenen Völker, welche auf dem dunklen Glauben an die Geheimnisse einer Priesterkaste und ihre mythologischen Offenbarungen beruhen. Kommende Jahrhunderte werden unsere Zeit, welcher mit der wissenschaftlichen Begründung der Abstammungslehre der höchste Preis menschlicher Erkenntniß beschieden war, als den Zeitpunkt feiern, mit welchem ein neues segensreiches Zeitalter der menschlichen Entwickelung beginnt, charakterisirt durch den Sieg des freien erkennenden Geistes über die Gewaltherrschaft der Autorität, und durch den mächtig veredelnden Einfluß der monistischen Philosophie.

Verzeichniß

der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften, deren Studium dem Leser zu empfehlen ist.

---

1. Charles Darwin, On the Origin of Species by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life). London 1859. (IV. Edition: 1866.) Ins Deutsche übersetzt von H. G. Bronn unter dem Titel: Charles Darwin, über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein. Stuttgart 1860 (III. Auflage, durchgesehen und berichtigt von Victor Carus: 1867).

2. Jean Lamarck, Philosophie zoologique, ou Exposition des Considerations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés, qu'ils en obtiennent; aux causes physiques, qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens, qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués. II Tomes. Paris 1809.

3. Wolfgang Goethe, Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organischer Naturen. Die Metamorphose der Pflanzen (1790). Osteologie (1786). Vorträge über die drei ersten Capitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie (1786). Zur Naturwissenschaft im Allgemeinen (1780—1832).

4. Ernst Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenztheorie. I. Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wissenschaft von den entwickelten organischen Formen. II. Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen oder Wissenschaft von den entstehenden organischen Formen. Berlin 1866.

5. Louis Agassiz, An Essay on classification. Contributions to the natural history of the united States. Boston. Vol. I. 1857.

6. August Schleicher, Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft. Weimar 1863.

7. M. J. Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik (die Botanik als inductive Wissenschaft). 2 Bände. Leipzig 1849.

8. Franz Unger, Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt. Wien 1852.

9. Victor Carus, System der thierischen Morphologie. Leipzig 1853.

10. Louis Büchner, Kraft und Stoff. Empirisch-naturphilosophische Studien in allgemein verständlicher Darstellung. Frankfurt 1855 (III. Auflage). 1867 (IX. Auflage).

11. Charles Lyell, Principles of Geology. London 1830. (X Edit. 1868.)

12. Albert Lange, Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart. Iserlohn 1866.

13. Charles Darwin, Naturwissenschaftliche Reisen. Deutsch von Ernst Dieffenbach. 2 Theile. Braunschweig 1844.

14. Charles Darwin, The variation of animals and plants under domestication. 2 Vol. London 1868. Ins Deutsche übersetzt von Victor Carus unter dem Titel: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. 2 Bde. Stuttgart 1868.

15. Ernst Haeckel, Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft. 1868. Bd. IV, S. 64, Taf. II und III.

16. Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.

17. Thomas Huxley, Ueber unsere Kenntniß von den Ursachen der Erscheinungen in der organischen Natur. Sechs Vorlesungen für Laien. Uebersetzt von Carl Vogt. Braunschweig 1865.

18. H. G. Bronn, Morphologische Studien über die Gestaltungsgesetze der Naturkörper überhaupt, und der organischen insbesondere. Leipzig und Heidelberg 1858.

19. H. G. Bronn, Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt während der Bildungszeit unserer Erdoberfläche. Stuttgart 1858.

20. Carl Ernst Bär, Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 2 Bände. 1828.

21. Carl Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859 (II. umgearbeitete Auflage 1869).

22. Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg 1755.

23. Ernst Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Mit einem Atlas von 35 Kupfertafeln. Berlin 1862.

24. Max Schultze, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Ein Beitrag zur Theorie der Zelle. Leipzig 1863.

25. Ernst Haeckel, Ueber den Sarkodekörper der Rhizopoden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Leipzig 1865. Bd. XV, S. 342, Taf. XXXVI.

26. Thomas Huxley, Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur. Drei Abhandlungen: Ueber die Naturgeschichte der menschenähnlichen Affen. Ueber die Beziehungen des Menschen zu den nächstniederen Thieren. Ueber einige fossile menschliche Ueberreste. Uebersetzt von Victor Carus. Braunschweig 1863.

27. Carl Vogt, Vorlesungen über den Menschen, seine Stellung in der Schöpfung und in der Geschichte der Erde. 2 Bände. Gießen 1863.

28. Friedrich Rolle, Der Mensch, seine Abstammung und Gesittung im Lichte der Darwin'schen Lehre von der Art-Entstehung und auf Grund der neueren geologischen Entdeckungen dargestellt. Frankfurt a./M. 1866.

29. Eduard Reich, Die allgemeine Naturlehre des Menschen. Gießen 1865.

30. Charles Lyell, Das Alter des Menschengeschlechts auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung, nebst einer Beschreibung der Eiszeit in Europa und Amerika. Uebersetzt mit Zusätzen von Louis Büchner. Leipzig 1864.

31. Bernhard Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866.

32. H. Schaaffhausen, Ueber den Zustand der wilden Völker. Archiv für Anthropologie von Ecker und Lindenschmit. 1866. I. Bd., S. 161.

33. C. Radenhausen, Isis. Der Mensch und die Welt. 4 Bände. Hamburg 1863.

34. August Schleicher, Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen. Weimar 1865.

35. Wilhelm Bleek, Ueber den Ursprung der Sprache. Herausgegeben mit einem Vorwort von Ernst Haeckel. Weimar 1868.

36. Ernst Haeckel, Ueber die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts. Zwei Vorträge in der Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge. Herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. Berlin 1868.

Erklärung des Titelbildes.

Die Familiengruppe der Katarrhinen.

Das Titelbild dient zur anschaulichen Erläuterung der höchst wichtigen Thatsache, daß in Bezug auf die Schädelbildung und Physiognomie des Gesichts (ebenso wie in jeder anderen Beziehung) die Unterschiede zwischen den niedersten Menschen und den höchsten Affen geringer sind, als die Unterschiede zwischen den niedersten und den höchsten Menschen, und als die Unterschiede zwischen den niedersten und den höchsten Affen derselben Familie. Die niedersten Menschen (Fig. 4, 5, 6) stehen offenbar den höchsten Affen (Fig. 7, 8, 9) viel näher, als dem höchsten Menschen (Fig. 1), dem als äußerster Gegensatz der niederste katarrhine Affe (Fig. 12) gegenübersteht. Alle 12 Köpfe sind in reiner Profil-Ansicht gezeichnet und nahezu auf dieselbe Größe zurückgeführt, um die klare Vergleichung der stufenweisen Entwickelung zu ermöglichen. (Vergl. den XIX. Vortrag, namentlich S. 513, und Taf. VIII).

Fig. 1. Indogermane (Mann), Vertreter der kaukasischen Menschenart (Homo iranus). S. 519.

Fig. 2. Chinese (Mann), Vertreter der mongolischen Menschenart (Homo turanus). S. 518.

Fig. 3. Feuerländer oder Fuegier (Mann), Vertreter der amerikanischen Menschenart (Homo americanus). S. 519.

Fig. 4. Australneger oder Alfuru (Mann), Vertreter der neuholländischen Menschenart (Homo alfurus). S. 516.

Fig. 5. Afroneger (Weib), Vertreter der mittelafrikanischen Menschenart (Homo afer). S. 516.

Fig. 6. Tasmanier oder Vandiemensländer (Weib), Vertreter der Papuaneger oder Negritos (Homo papua). S. 515.

Fig. 7. Gorilla (Weib) von Westafrika (Gorilla engena oder Pongo gorilla). S. 492, 497.

Fig. 8. Schimpanse (Weib) von Westafrika (Engeco troglodytes oder Pongo troglodytes). S. 492, 497.

Fig. 9. Orang (Mann) von Borneo (Satyrus orang oder Pithecus satyrus). S. 492, 497.

Fig. 10. Gibbon (Mann) von Hinterindien (Hylobates lar oder Hylobates longimanus). S. 492, 497.

Fig. 11. Nasenaffe (Mann) von Borneo (Nasalis larvatus oder Semnopithecus nasicus). S. 492, 493.

Fig. 12. Mandril-Pavian (Mann) von Guinea (Cynocephalus mormon oder Papio mormon). S. 492, 493.

Erklärung der genealogischen Tafeln.

Taf. I. Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum der Organismen, darstellend die gemeinsame Abstammung aller Organismen von einem einzigen durch Urzeugung entstandenen Urorganismus, einem neutralen Monere. Die Linie ab trennt das Pflanzenreich ((apsb) und die Linie cd trennt das Thierreich (cqtd) von dem in der Mitte zwischen beiden stehenden Protistenreich (abdc). Durch die beiden Querlinien xy und mn werden drei denkbare Hypothesen über die allgemeine Abstammung der Organismen angedeutet. Dehnt man die gemeinsame Descendenzhypothese auf alle Organismen aus, und faßt das ganze Feld pstq als einen einzigen Stammbaum, so kann man aus der gemeinsamen Wurzel (A), einem neutralen Monere, drei Stämme hervorgehend denken, von denen der erste (C) dem Pflanzenreich, der zweite (B) dem neutralen Protistenreich, und der dritte (D) dem Thierreich den Ursprung gab. Will man dagegen, innerhalb des Feldes pxyq, jedes der drei Reiche von einer selbstständigen archigonen Stammform ableiten, so kann man diese als Urpflanzen (mxfe), als Urprotisten (efhg) und als Urthiere (ghyn) bezeichnen. Will man endlich mehrere verschiedene Stammformen innerhalb der drei Reiche annehmen, so betrachte man bloß das Feld pmnq. Diese vielstämmige oder polyphyletische Descendenzhypothese ist ausführlicher dargestellt auf S. 347, 382 und 392.

Taf. II. Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs, darstellend die Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Pflanzen, und die geschichtliche Entwickelung der Pflanzengruppen während der paläontologischen Perioden der Erdgeschichte. Durch die horizontalen Linien sind die verschiedenen (auf S. 306 angeführten) versteinerungsbildenden Hebungszeiträume und die dazwischen liegenden versteinerungslosen Senkungszeiträume (Anteperioden) angedeutet. Durch die vertikalen Linien sind die verschiedenen Hauptklassen und Klassen des Pflanzenreichs von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwickelung, der Sonderung und Vervoll-

kommnung an, den jede Classe in jeder geologischen Periode vermuthlich erreicht hatte. Der kleine Stammbaum in der Ecke rechts unten deutet übersichtlich das Verhältniß und den Grad der Blutsverwandtschaft zwischen den verschiedenen Pflanzenklassen an, und ergänzt dadurch die nebenstehende paläontologische Darstellung. Den Gegensatz zu dieser monophyletischen Descendenzhypothese stellt die polyphyletische auf S. 382 dar (vergl. den XVI. Vortrag).

Taf. III. Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Thierreichs, darstellend eine mögliche Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Thiere. Danach könnten aus einem einzigen Urthiere (einem thierischen, durch Urzeugung entstandenen Monere) zunächst thierische Amoeben, aus diesen Infusorien entstanden sein. Als zwei divergente Zweige, die höher oder tiefer an der Wurzel zusammenhängen, entwickelten sich aus den Infusorien einerseits die Pflanzenthiere (B, Schwämme und Nesselthiere), andrerseits die Würmer (A). Aus vier verschiedenen Zweigen der Würmer entstanden die vier höheren Thierstämme, die Sternthiere (C), Gliedfüßer (D), Weichthiere (E) und Wirbelthiere (F). Den Gegensatz zu dieser monophyletischen Descendenzhypothese stellt die polyphyletische auf S. 392 dar (vergl. den XVII. Vortrag).

Taf. IV. Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Thierreichs, darstellend das geschichtliche Wachsthum der sechs Thierstämme in den paläontologischen Perioden der organischen Erdgeschichte. Durch die vier horizontalen Linien gh, ik, lm und no sind die fünf großen Zeitalter der organischen Erdgeschichte von einander getrennt. Das Feld gabh umfaßt den archolithischen, das Feld ighk den paläolithischen, das Feld likm den mesolithischen und das Feld nlmo den cenolithischen Zeitraum. Der kurze anthropolithische Zeitraum ist durch die Linie no angedeutet (vergl. S. 306). Die Höhe der einzelnen Felder entspricht der relativen Länge der dadurch bezeichneten Zeiträume, wie sie sich ungefähr aus dem Dickenverhältniß der inzwischen abgelagerten neptunischen Schichten abschätzen läßt (vergl. S. 301). Der archolithische oder primordiale Zeitraum allein für sich, während dessen die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichten abgelagert wurden, war vermuthlich bedeutend länger, als die vier folgenden Zeiträume zusammengenommen (vergl. S. 296). Aller Wahrscheinlichkeit nach erreichten die beiden Stämme der Würmer und Pflanzenthiere ihre Blüthezeit schon während der mittleren Primordialzeit (in der cambrischen Periode?), die Sternthiere und Weichthiere vielleicht etwas später (in der silurischen Periode?), während die Gliedfüßer und Wirbelthiere bis zur Gegenwart an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen.

Taf. V. Stammbaum der Gliedfüßer oder Arthropoden (vergl. S. 424). Die Wurzel dieses Stammes bildet eine unbekannte Form von Gliedwürmern oder Coleminthen, welche den Räderthieren und den Ringelwürmern nahe

stand. Aus dieser entwickelte sich zunächst der Nauplius, die Stammform der ganzen Krebsklasse oder Crustaceen. Aus dem Nauplius entstanden einerseits die verschiedenen Ordnungen der Gliederkrebse (Entomostraca), anderseits die Zoëa. Aus der Zoëa entwickelten sich wiederum einerseits die verschiedenen Ordnungen der Panzerkrebse (Malacostraca), anderseits die gemeinsame Stammform aller Tracheaten, welche vielleicht den heutigen Skorpionsspinnen nahe stand. Aus den letzteren entstanden als drei divergente Zweige die drei Klassen der Spinnen, Tausendfüßer und Insecten (vergl. S. 432).

Taf. VI. **Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Wirbelthierstammes**, darstellend die Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Wirbelthiere und die geschichtliche Entwickelung ihrer verschiedenen Klassen während der paläontologischen Perioden der Erdgeschichte. (Vergl. den XVIII. Vortrag, S. 433). Durch die horizontalen Linien sind die (auf S. 306 angeführten) Perioden der organischen Erdgeschichte angedeutet. Durch die vertikalen Linien sind die Klassen und Unterklassen der Wirbelthiere von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit den größeren oder geringeren Grad der Entwickelung, der Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit an, den jede Klasse in jeder geologischen Periode vermuthlich erreicht hatte. Der kleine Stammbaum in der Ecke rechts unten deutet übersichtlich das Verhältniß und den Grad der Blutsverwandtschaft der Wirbelthierklassen an, und ergänzt dadurch die nebenstehende paläontologische Darstellung. Die Zahlen in letzterer haben folgende Bedeutung (vergl. dazu den XVIII. Vortrag): 1. Thierische Moneren. 2. Thierische Amoeben. 3. Amoebengemeinden (Synamoebae). 4. Mundlose Wimperinfusorien. 5. Mundführende Wimperinfusorien. 6. Strudelwürmer (Turbellaria). 7. Mantelthiere (Tunicata). 8. Lanzetthier (Amphioxus). 9. Inger (Myxinoida). 10. Lampreten (Petromyzontia). 11. Unbekannte Uebergangsformen von den Unpaarnasen zu den Urfischen. 12. Silurische Urfische (Onchus etc.). 13. Lebende Urfische (Haifische, Rochen, Chimären). 14. Aelteste (silurische) Schmelzfische (Pteraspis). 15. Schildkrötenfische (Pamphracti). 16. Störfische (Sturiones). 17. Eckschuppige Schmelzfische (Rhombiferi). 18. Knochenhecht (Lepidosteus). 19. Flösselhecht (Polypterus). 20. Hohlgrätenfische (Coeloscolopes). 21. Dichtgrätenfische (Pycnoscolopes). 22. Kahlhecht (Amia). 23. Urknochenfische (Thrissopida). 24. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmblase (Physostomi). 25. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmblase (Physoclisti). 26. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Lurchfischen. 27. Afrikanische Lurchfische (Protopterus). 28. Amerikanische Lurchfische (Lepidosiren). 29. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Amphibien. 30. Schmelzköpfe (Ganocephala). 31. Wickelzähner (Labyrinthodonta). 32. Blindwühlen (Caeciliae). 33. Kiemenlurche (Sozobranchia). 34. Schwanzlurche (Sozura). 35. Froschlurche

(Anura). 36. Gabeldorner oder Dichthakanthen (Proterosaurus). 37. Unbekannte Zwischenformen zwischen Amphibien und Protamnien. 38. Protamnien (gemeinsame Stammform aller Amnionthiere). 39. Stammsäuger (Promammalia). 40. Urschleicher (Proreptilia). 41. Fachzähner (Thecodontia). 42. Urdrachen (Simosauria). 43. Schlangendrachen (Plesiosauria). 44. Fischdrachen (Ichthyosauria). 45. Teleosaurier (Amphicoela). 46. Steneosaurier (Opisthocoela). 47. Alligatoren (Prosthocoela). 48. Fleischfressende Dinosaurier (Harpagosauria). 49. Pflanzenfressende Dinosaurier (Therosauria). 50. Moseleidechsen (Mosasauria). 51. Gemeinsame Stammform der Schlangen (Ophidia). 52. Hundszähnige Schnabeleidechsen (Cynodontia). 53. Zahnlose Schnabeleidechsen (Cryptodontia). 54. Langschwänzige Flugeidechsen (Rhamphorhynchi). 55. Kurzschwänzige Flugeidechsen (Pterodactyli). 56. Landschildkröten (Chersita). 57. Vogelschleicher (Tocornithes): Zwischenformen zwischen Reptilien und Vögeln. 58. Urgreif (Archaeopteryx). 59. Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus). 60. Landschnabelthier (Echidna). 61. Unbekannte Zwischenformen zwischen Gabelthieren und Beutelthieren. 62. Unbekannte Zwischenformen zwischen Beutelthieren und Placentalthieren. 63. Zottenplacentner (Sparsiplacentalia). 64. Gürtelplacentner (Zonoplacentalia). 65. Scheibenplacentner (Discoplacentalia). 66. Der Mensch.

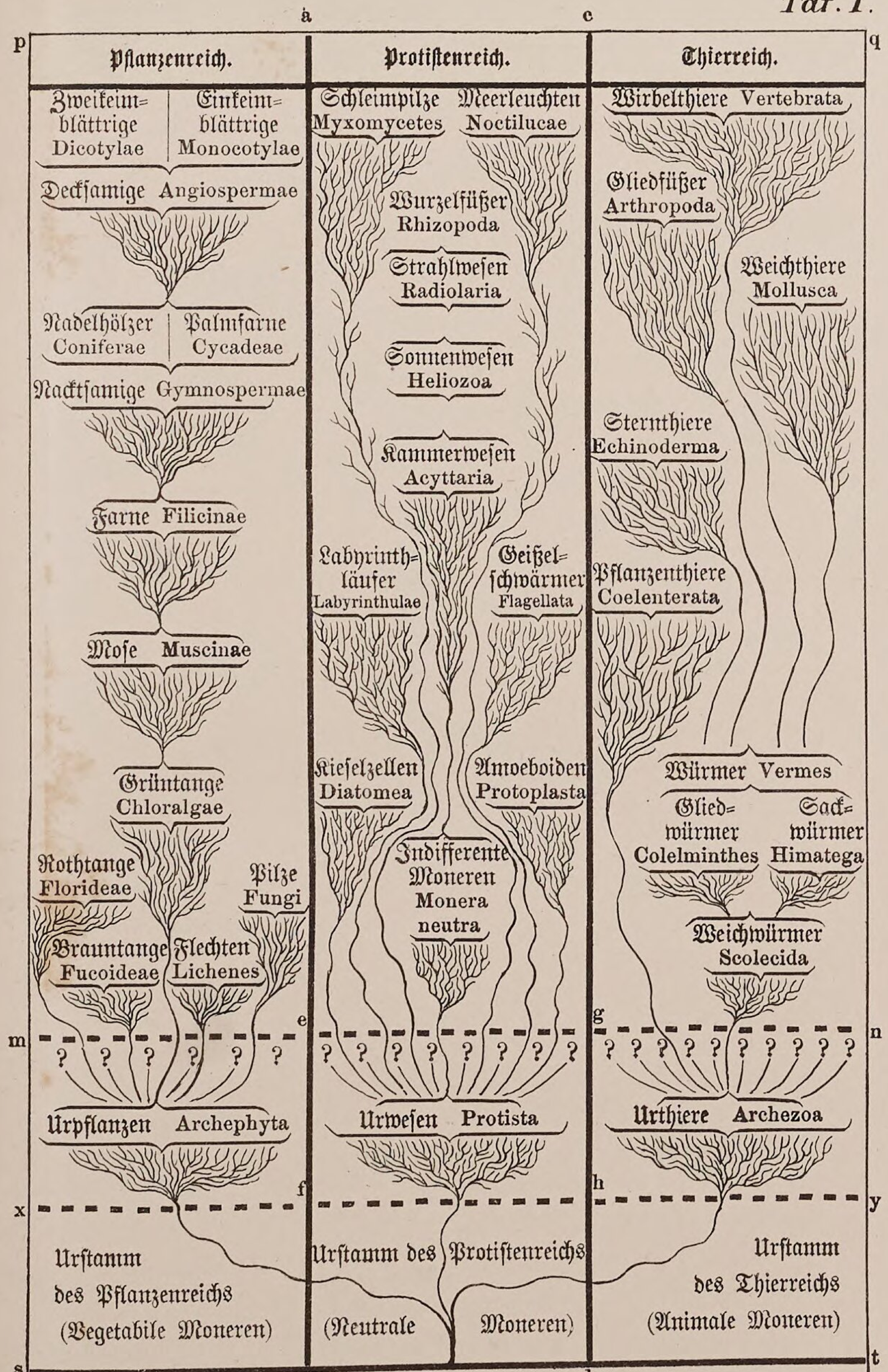
Taf. VII. Stammbaum der Säugethiere mit Inbegriff des Menschen (vergl. S. 468, 473). Die Wurzel dieses Stammbaums bilden unbekannte Stammsäuger oder Promammalien, welche den heute noch lebenden Schnabelthieren nächst verwandt waren, und gleich diesen zur Unterklasse der Kloakenthiere oder Amasten gehörten. Aus diesen Promammalien, welche wahrscheinlich während der Antetriaszeit direct oder indirect aus Amphibien entstanden, entwickelten sich als zwei divergente Zweige die heute noch lebenden Schnabelthiere und die gemeinsame Stammform der zweiten Unterklasse, der Beutelthiere oder Marsupialien. Erst viel später (wahrscheinlich in der Anteocenzeit) entstand aus einem oder mehreren Zweigen der Beutelthiergruppe die dritte Unterklasse der Säugethiere, die Placentalthiere oder Placentalien (S. 472). Die Linie MN bezeichnet die Grenze zwischen den Placentalien, die wahrscheinlich erst seit der Tertiärzeit existirten, und den Beutlern und Kloakenthieren, die während der Secundärzeit allein die Klasse vertraten. Auf der rechten Hälfte der Tafel stehen die vorzugsweise pflanzenfressenden, auf der linken die vorzugsweise fleischfressenden Säugethiere.

Taf. VIII. Stammbaum der Menschen-Arten oder Rassen, darstellend die einheitliche oder monophyletische Entwickelung der verschiedenen Menschen-Arten von einer gemeinsamen Stammform, dem Urmenschen (Homo primigenius) oder Affenmenschen (Pithecanthropus) (vergl. den XIX. Vortrag S. 513). Dieser entstand wahrscheinlich im südlichen Asien oder im östlichen Afrika gegen Ende der Tertiärzeit aus Menschenaffen (Anthropoides) oder schwanzlosen schmalnasigen Affen

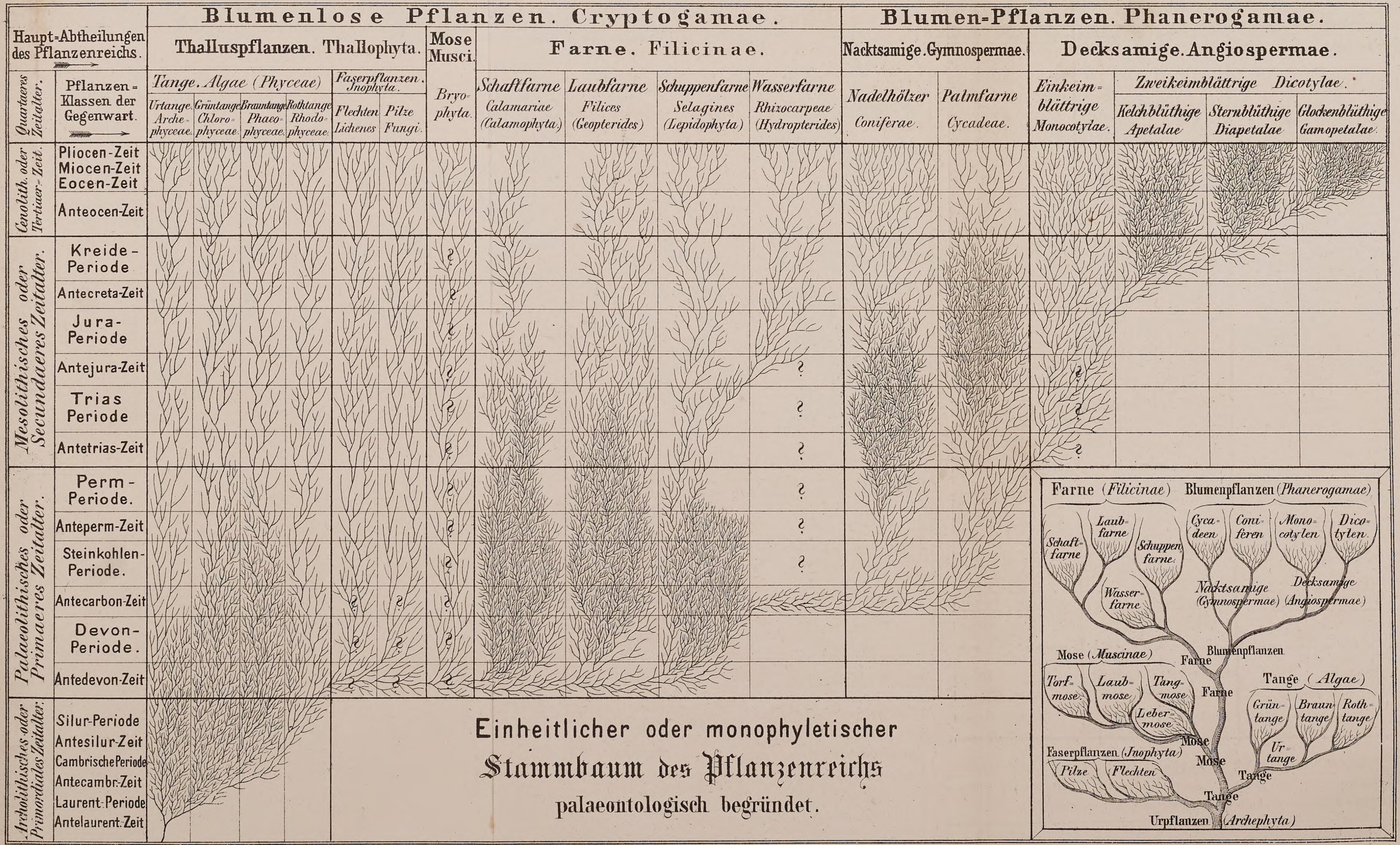
(Catarrhina lipocerca), welche dem heute noch lebenden Gorilla und Schimpanse, Orang und Gibbon nahe standen. Aus der Nachkommenschaft des Urmenschen gingen als zwei divergente Zweige eine wollhaarige Art (A) und eine schlichthaarige Species (B) hervor. Aus den wollhaarigen Urmenschen (Ulotriches, A) entwickelten sich der Papua, der Hottentotte und der Afroneger. Aus den schlichthaarigen Urmenschen (Lissotriches, B) entwickelten sich der Alfuru (Neuholländer) und der Polynesier (Malaye), und aus divergenten Aesten des letzteren entstanden wahrscheinlich der Polarmensch, die mongolische und amerikanische Art, und endlich die vollkommenste von allen, die kaukasische oder iranische Menschenart.

Register.

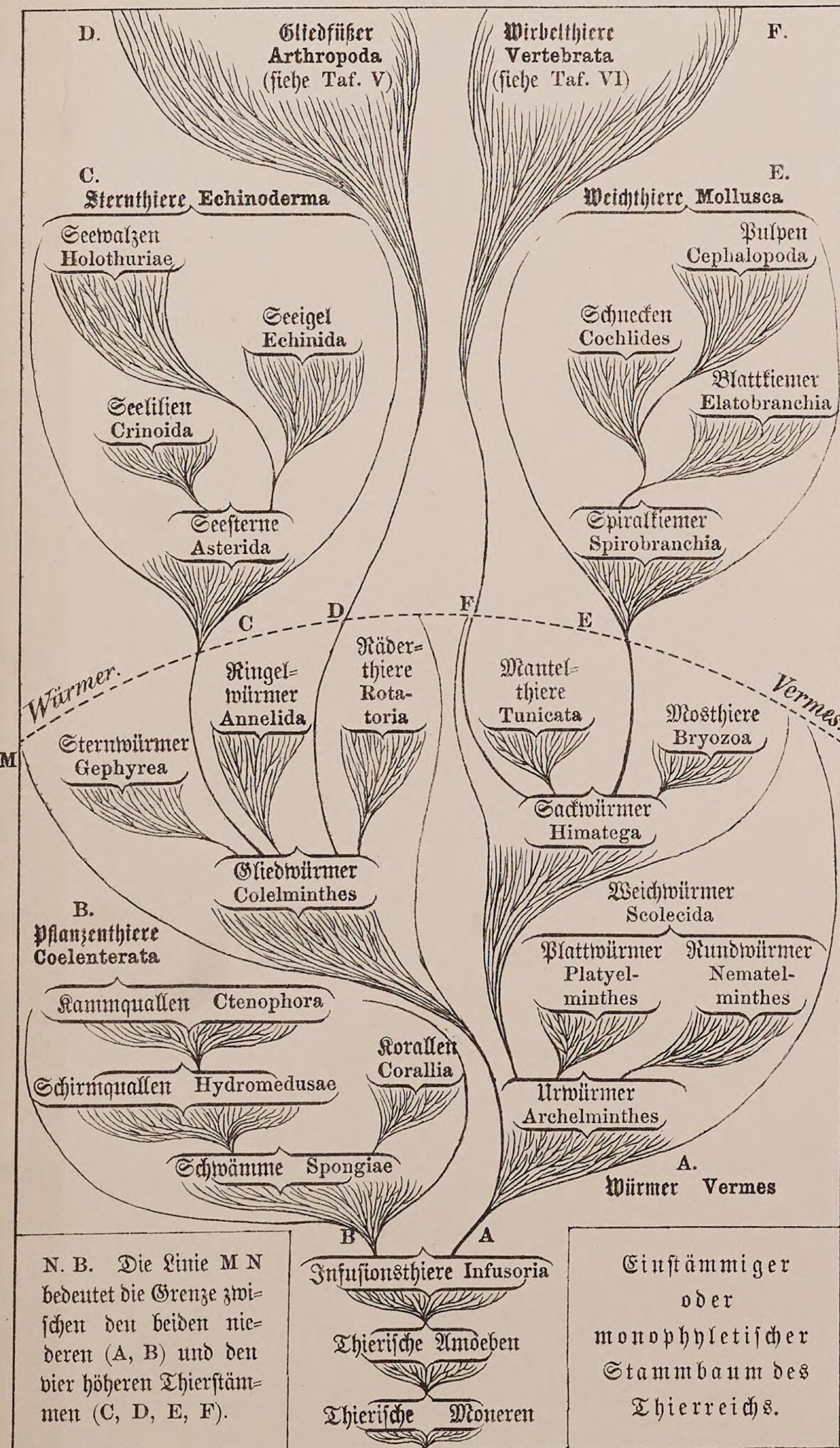
Druck von Fr. Frommann in Jena.



Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum der Organismen. (Die drei Felder I, p m n q; II. p x y q; III, p s t p stellen drei denkbare Fälle der allgemeinen Genealogie dar). *(Vergl. S. 347.)*

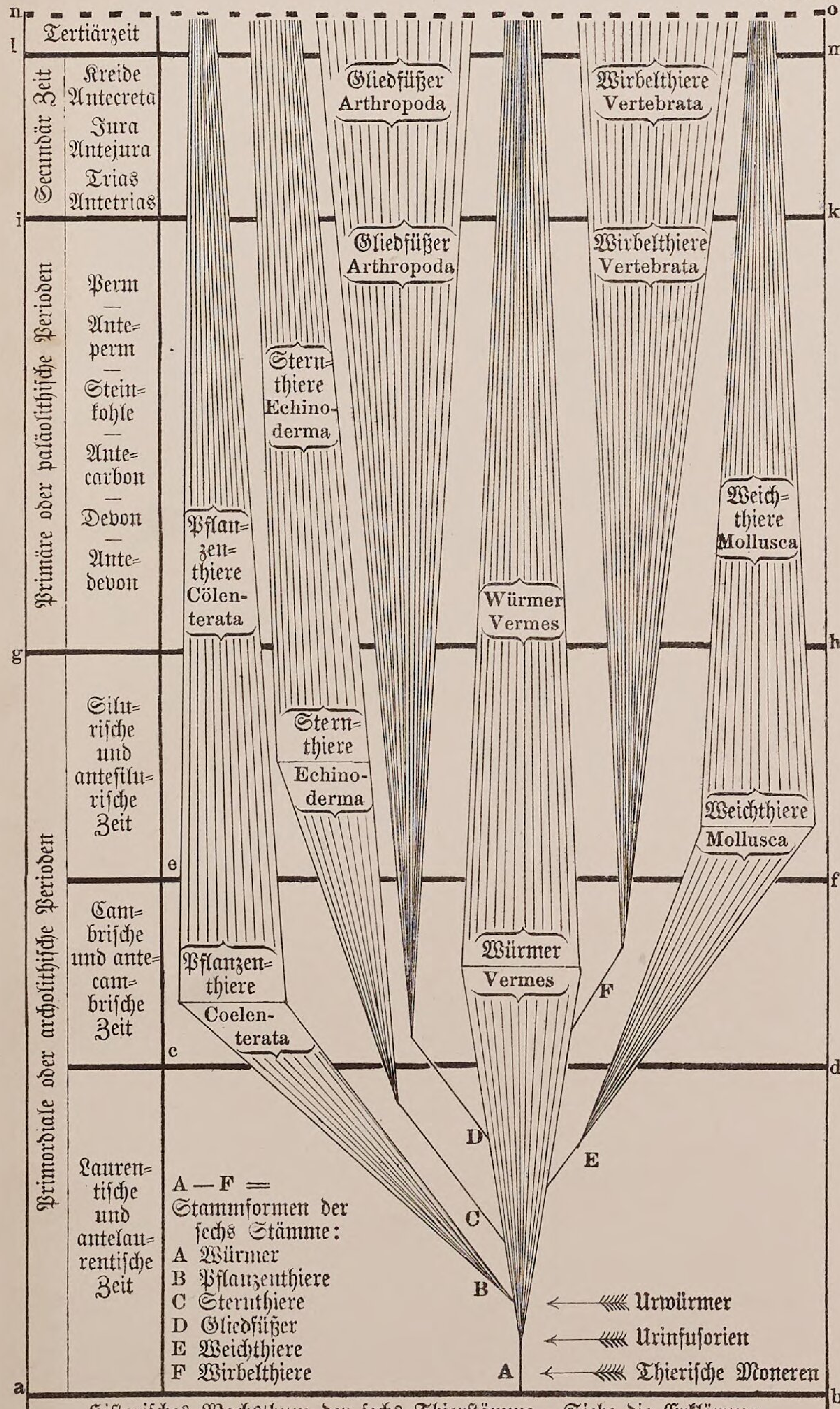


Blumenlose Pflanzen. Cryptogamae.
Blumen-Pflanzen. Phanerogamae.
Haupt-Abtheilungen des Pflanzenreichs.
Thalluspflanzen. Thallophyta.
Mose Musci.
Farne. Filicinae.
Nacktsamige. Gymnospermae.
Decksamige. Angiospermae.
Quartaers Zeitalter.
Pflanzen-Klassen der Gegenwart.
Tange. Algae (Phyceae)
Faserpflanzen. Jnophyta.
Urtange. Archephyceae.
Grüntange Chlorophyceae.
Brauntange Phaeophyceae.
Rothtange Rhodophyceae.
Flechten Lichenes
Pilze Fungi.
Bryophyta.
Schaftfarne Calamariae (Calamophyta.)
Laubfarne Filices (Geopterides)
Schuppenfarne Selagines (Lepidophyta)
Wasserfarne Rhizocarpeae (Hydropterides)
Nadelhölzer Coniferae.
Palmfarne Cycadeae.
Einkeimblättrige Monocotylae.
Zweikeimblättrige Dicotylae.
Kelchblüthige Apetalae
Sternblüthige Diapetalae
Glockenblüthige Gamopetalae.
Cänolith. oder Tertiaer-Zeit.
Pliocen-Zeit
Miocen-Zeit
Eocen-Zeit
Anteocen-Zeit
Mesolithisches oder Secundaeres Zeitalter.
Kreide-Periode
Antecreta-Zeit
Jura-Periode
Antejura-Zeit
Trias Periode
Antetrias-Zeit
Palaeolithisches oder Primaeres Zeitalter.
Perm-Periode.
Anteperm-Zeit
Steinkohlen-Periode.
Antecarbon-Zeit
Devon-Periode.
Antedevon-Zeit
Archolithisches oder Primordiales Zeitalter.
Silur-Periode
Antesilur-Zeit
Cambrische Periode
Antecambr.-Zeit
Laurent. Periode
Antelaurent. Zeit
Einheitlicher oder monophyletischer
Stammbaum des Pflanzenreichs
palaeontologisch begründet.
Farne (Filicinae)
Blumenpflanzen (Phanerogamae)
Schaft-farne
Laub-farne
Schuppen-farne.
Wasser-farne
Cycadeen
Coniferen
Monocotylen
Dicotylen.
Nacktsamige (Gymnospermae)
Decksamige (Angiospermae)
Mose (Muscinae)
Farne
Blumenpflanzen
Torf-mose
Laub-mose
Tang-mose
Leber-mose
Farne
Tange (Algae)
Grün-tange
Braun-tange
Roth-tange
Ur-tange
Faserpflanzen (Jnophyta)
Pilze
Flechten
Mose
Mose
Tange
Tange
Urpflanzen (Archephyta)



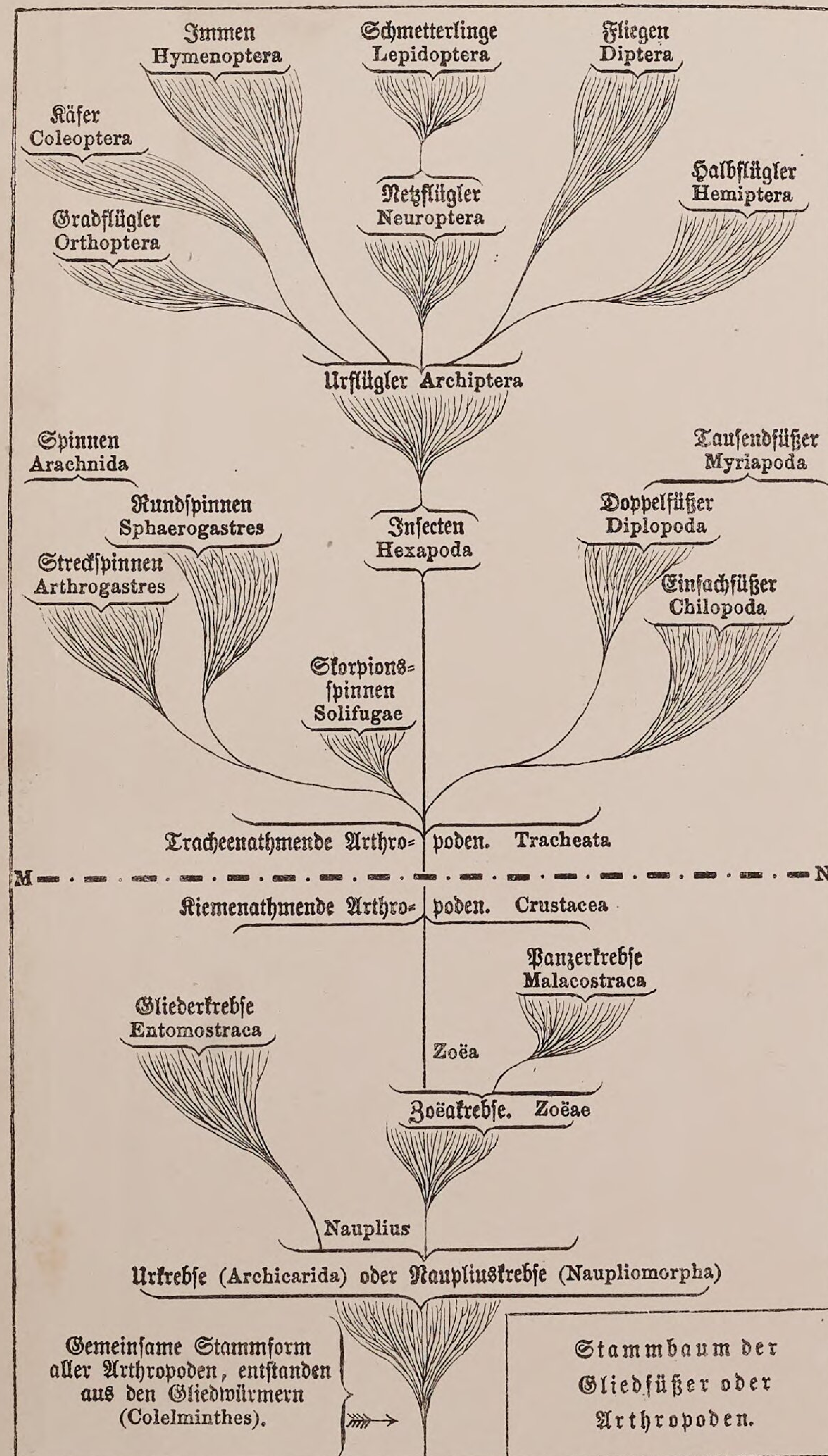
N. B. Die Linie M N bedeutet die Grenze zwischen den beiden niederen (A, B) und den vier höheren Thierstämmen (C, D, E, F).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Thierreichs.

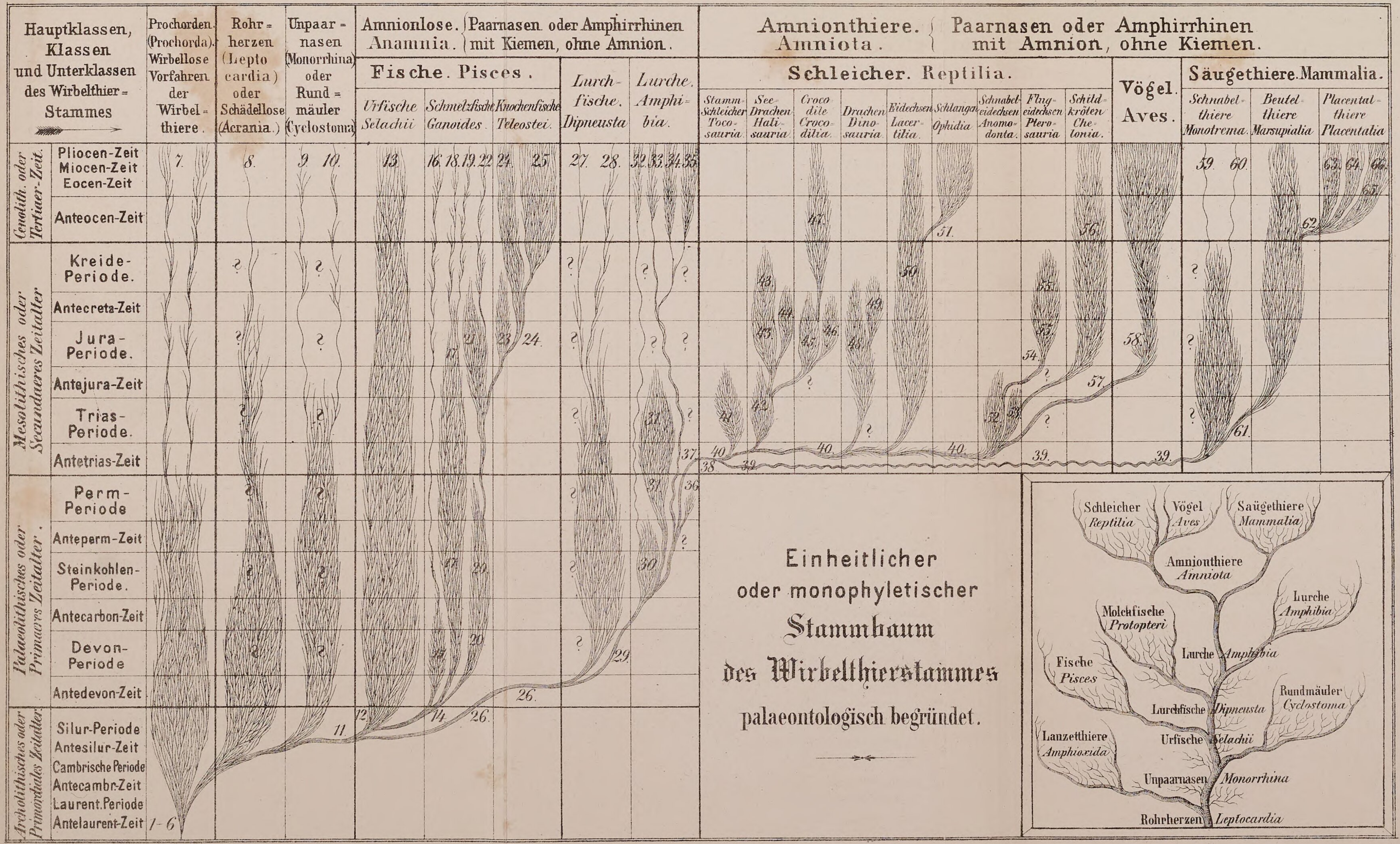


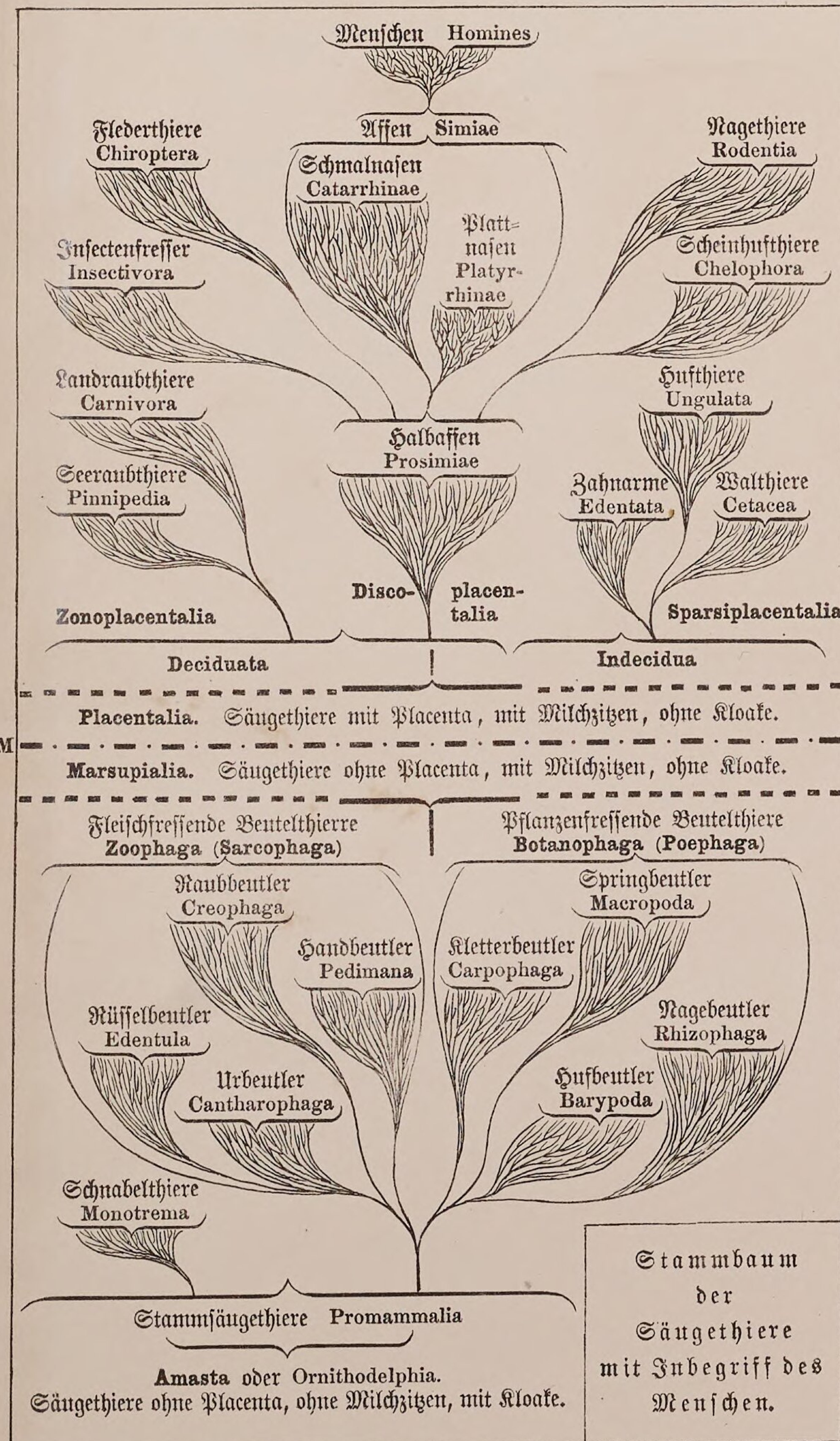
Historisches Wachsthum der sechs Thierstämme. Siehe die Erklärung.

Taf. V.

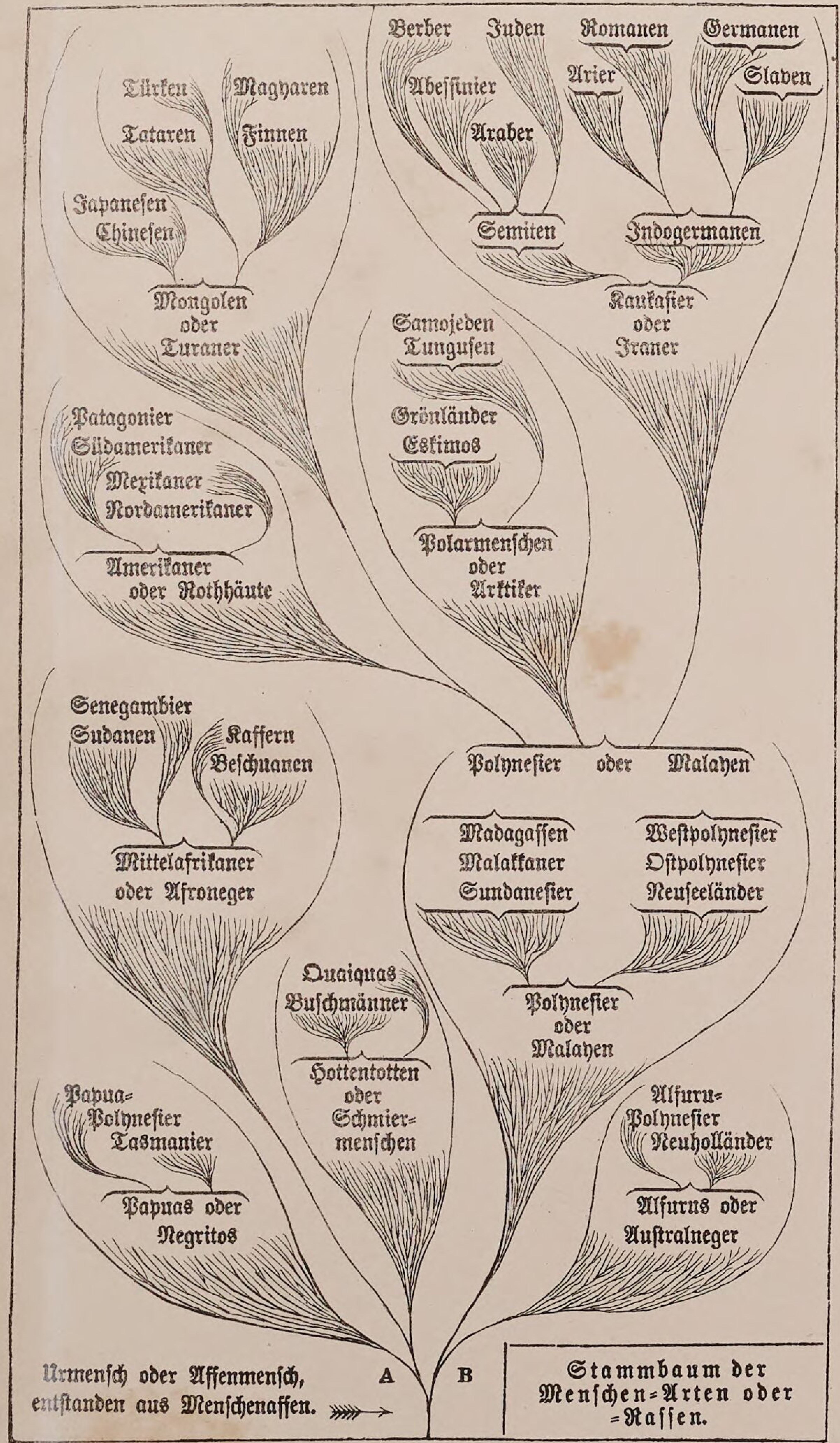


Stammbaum der Gliedfüßer oder Arthropoden.


Hauptklassen, Klassen und Unterklassen des Wirbelthier-Stammes
Prochorden (Prochorda). Wirbellose Vorfahren der Wirbelthiere.
Rohrherzen (Leptocardia) oder Schädellose (Acrania.)
Unpaarnasen (Monorrhina) oder Rundmäuler (Cyclostoma)
Amnionlose. Anamnia. Paarnasen oder Amphirrhinen mit Kiemen, ohne Amnion.
Fische. Pisces.
Urfische Selachii
Schmelzfische Ganoides
Knochenfische Teleostei.
Lurchfische. Dipneusta
Lurche. Amphibia.
Amnionthiere. Amniota. Paarnasen oder Amphirrhinen mit Amnion, ohne Kiemen.
Schleicher. Reptilia.
Stamm-Schleicher Tocosauria
See-Drachen Halisauria
Crocodile Crocodilia
Drachen Dinosauria
Eidechsen Lacertilia
Schlangen Ophidia
Schnabeleidechsen Anomodonta
Flugeidechsen Pterosauria
Schildkröten Chelonia
Vögel. Aves.
Säugethiere. Mammalia.
Schnabelthiere Monotrema
Beutelthiere Marsupialia
Placentalthiere Placentalia
Caenolith. oder Tertiaer-Zeit.
Pliocen-Zeit
Miocen-Zeit
Eocen-Zeit
Anteocen-Zeit
Mesolithisches oder Secundaeres Zeitalter
Kreide-Periode.
Antecreta-Zeit
Jura-Periode.
Antejura-Zeit
Trias-Periode.
Antetrias-Zeit
Palaeolithisches oder Primaeres Zeitalter.
Perm-Periode
Anteperm-Zeit
Steinkohlen-Periode.
Antecarbon-Zeit
Devon-Periode
Antedevon-Zeit
Archolithisches oder Primordiales Zeitalter
Silur-Periode
Antesilur-Zeit
Cambrische Periode
Antecambr.-Zeit
Laurent. Periode
Antelaurent-Zeit
Einheitlicher oder monophyletischer Stammbaum des Wirbelthierstammes palaeontologisch begründet.
Schleicher Reptilia
Vögel Aves
Saügethiere Mammalia
Amnionthiere Amniota
Molchfische Protopteri
Lurche Amphibia
Fische Pisces
Lurche Amphibia
Rundmäuler Cyclostoma
Lurchfische Dipneusta
Lanzetthiere Amphioxida
Urfische Selachii
Unpaarnasen Monorrhina
Rohrherzen Leptocardia



Stammbaum der Säugethiere mit Inbegriff des Menschen.



Stammbaum der Menschen-Arten oder -Rassen.